

Kode>Nama Rumpun Ilmu: 169/Illmu Pangan  
Tema: Ketahanan dan Keamanan Pangan

## LAPORAN PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL



### ***RESISTANT STARCH* TIPE 3 TEPUNG KENTANG HITAM (*Coleus tuberosus*) SEBAGAI MAKANAN FUNGSIONAL UNTUK MANAJEMEN PENYAKIT DEGENERATIF**

Tim Pengusul :

Dr. Mutiara Nugraheni, S.T.P., M.Si / NIDN 0031017705

Dr. Siti Hamidah /NIDN 0020085302

Rizqie Auliana, M.Kes/NIDN 0005086704

Dibiayai oleh DIPA Direktorat Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat Nomor DIPA  
023.04.1.673453/2015, tanggal 14 November 2014, DIPA revisi 01 tanggal 03 Maret  
2015. Skim: penelitian Strategis Nasional Tahun Anggaran 2015 Nomor:  
062/SP2H/PL/DIT.LITABMAS/II/2015 Tanggal 5 Februari 2015

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2015

#### HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Resistant Starch Tipe 3 Tepung Kentang Hitam (*Coleus tuberosus*) sebagai Makanan Fungsional untuk Manajemen Penyakit Degeneratif

**Peneliti/Pelaksana**  
Nama Lengkap : Dr. MUTIARA NUGRAHENI S.T.P., M.Si.  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta  
NIDN : 0031017705  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Pendidikan Tata Busana  
Nomor HP : 081578740391  
Alamat surel (e-mail) : mutiara\_nugraheni@uny.ac.id

**Anggota (1)**  
Nama Lengkap : Dr. SITI HAMIDAH M.Pd.  
NIDN : 0020085302  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta

**Anggota (2)**  
Nama Lengkap : Dra. RIZQIE AULIANA M.Kes.  
NIDN : 0005086704  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta  
Institusi Mitra (jika ada) : KSM Mekar Sari  
Nama Institusi Mitra : Clereng Kulon Progo  
Alamat : kemin  
Penanggung Jawab : Tahun ke 3 dari rencana 3 tahun  
Tahun Pelaksanaan : Rp 86.500.000,00  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 265.000.000,00  
Biaya Keseluruhan :

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



(Dr. M. Bruri Triyono)  
NIP/NIK 195602161986031003

Yogyakarta, 7 - 11 - 2015  
Ketua,

(Dr. MUTIARA NUGRAHENI S.T.P., M.Si.)  
NIP/NIK 197701312002122001

Menyetujui,  
Ketua LPPM UNY



(Prof. Dr. Anik Ghufroon)  
NIP/NIK 196211111988031001

## *RESISTANT STARCH* TIPE 3 TEPUNG KENTANG HITAM (*Coleus tuberosus*)

### SEBAGAI MAKANAN FUNGSIONAL

### UNTUK MANAJEMEN PENYAKIT DEGENERATIF

#### RINGKASAN

Penelitian strategis nasional *tahun pertama* bertujuan untuk (1) mengetahui proses pembuatan tepung kentang hitam tinggi resistant starch tipe 3 dengan enam metode pengolahan (perebusan 100°C 15'; perebusan dan pendinginan 4°C 24 jam; pengukusan 100°C 15'; pengukusan dan pendinginan 4°C 24 jam; pengovenan; pengovenan dan pendinginan 40C 24 jam); analisis dengan bioassay resistant starch tipe 3 pada hewan coba; mengetahui tingkat penerimaan konsumen pada makanan fungsional berbasis resistant starch tipe 3 tepung kentang hitam dengan uji penerimaan dan menganalisis kadar resistant starch pada produk olahan berbasis resistant starch tipe 3 tepung kentang hitam secara enzimatik. *Tahun kedua*, aplikasi tepung kentang hitam tinggi resistant starch tipe 3 dan produk olahannya (crackers) pada hewan coba dan evaluasi profil glukosa, lipida dan short chain fatty acid pada hewan coba yang menderita diabetes mellitus dan hiperkolesterolemia. Penelitian strategis nasional ini merupakan tahun ketiga. *Tahun ketiga* adalah 1) analisis produk crackers kentang hitam dan produk pembanding cracker berbasis tepung terigu) 2) analisis indeks glikemik crackers, sebagai perlakuan pembanding yaitu crackers berbasis tepung terigu; 3) Pembuatan buku panduan metode pembuatan tepung kentang hitam tinggi resistant starch dan sosialisasi produk pada industri mitra.

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis resistant starch, amilosa dan pati. Kemudian analisis kadar glukosa darah menggunakan metode Glucose GOD PAP. Analisis profil lipida pada bioassay menggunakan metode *Enzymatic Colorimetric Test* (CHOD-PAP) dan analisis SCFA dengan metode kromatografi pada caecum tikus. Pencapaian tersebut dilakukan secara bertahap yaitu *Tahun kedua*, (1) analisis kadar glukosa darah menggunakan metode Glucose GOD PAP pada tikus diabetes mellitus (2) analisis profile lipida pada hewan coba yang menderita diabetes (3) analisis SCFA dengan metode kromatografi pada caecum tikus diabetes mellitus dan hiperkolesterolemia. Tahun ketiga, (1) analisis crackers berbasis tepung kentang hitam kaya Resistant starch tipe 3 yang meliputi yaitu kadar protein, lemak, karbohidrat, kadar air, kadar abu, resistant starch; 2) Prosedur pengukuran indeks glikemik merujuk pada metode standar penentuan indeks glikemik pangan sesuai dengan Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor HK.03.1.23.12.11.09909 TAHUN 2011; 3) Pembuatan buku kentang hitam, sosialisai dan pelabelan pangan (*nutrition fact* dan indeks glikemik)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan bertahap yaitu pengukusan, perebusan dan pengovenan yang dilanjutkan dengan pendinginan berpengaruh dalam meningkatkan kadar amilosa dan pati pada tepung kentang hitam. Perlakuan bertahap yaitu pengukusan, perebusan dan pengovenan yang

dilanjutkan dengan pendinginan berpengaruh dalam meningkatkan kadar resistant starch pada tepung kentang hitam. Konsumsi tepung kentang hitam dengan pengukusan, perebusan dan pengovenan dapat mengendalikan profil glukosa, dan lipida (trigliserida, kolesterol, LDL) dan dapat meningkatkan HDL. Tingkat penerimaan panelis terhadap crackers berada pada kategori disukai. Penambahan tepung resistant starch sebesar 25% dapat meningkatkan kadar resistant starch pada crackers dibandingkan dengan kontrol. *Hasil penelitian tahun kedua*, menunjukkan bahwa konsumsi crackers kentang hitam dan tepung kentang hitam sebagai bahan baku pembuatan crackers dapat menurunkan profil glukosa, meningkatkan profil lipida (total kolesterol, trigliserida, LDL) dan meningkatkan kadar HDL pada hewan coba diabetes mellitus dan hiperkolesterolemia. Hasil penelitian tahun ketiga, menunjukkan bahwa indkes glikemik crackers kentang hitam termasuk kategori rendah yaitu  $40,88 \pm 6,42$ . Sedangkan crackers tepung terigu (100%) tergolong kategori IG tinggi yaitu  $76,08 \pm 5,36$

Kata kunci: resistant starch, kentang hitam, degeneratif, manajemen

## DAFTAR ISI

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| Halaman sampul .....               | i   |
| Halaman pengesahan .....           | ii  |
| Ringkasan .....                    | iii |
| Daftar isi .....                   | iv  |
| BAB I. PENDAHULUAN .....           | 1   |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....     | 4   |
| BAB III. METODE PENELITIAN .....   | 17  |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN ..... | 22  |
| DAFTAR PUSTAKA .....               | 24  |
| LAMPIRAN .....                     | 26  |

## BAB I. PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Dampak kemajuan di bidang social ekonomi yang dialami Indonesia, salah satunya adalah terjadinya pergeseran pola penyakit, dari penyakit menular ke penyakit degenerative seperti penyakit diabetes mellitus dan hiperkolesterolemia. Diabetes mellitus merupakan suatu keadaan peningkatan kadar gula darah secara menahun dengan berbagai kelainan metabolic akibat gangguan hormonal yang menimbulkan berbagai komplikasi menahun pada berbagai organ target (Depkes RI, 2007). International Diabetes Federation (IDF) menyatakan bahwa pada tahun 2005 di dunia terdapat 200 juta (5,1%) orang dengan diabetes dan diduga 20 tahun kemudian yaitu 2025 akan meningkat menjadi 333 juta (6,3%) orang. Negara-negara seperti India, China, Amerika Serikat, Jepang, Indonesia, Pakistan, Bangladesh, Italia, Rusia dan Brazil merupakan 10 besar Negara dengan jumlah penduduk diabetes terbanyak (Depkes RI, 2007). Dalam Diabetes Care (Wild, 2004) yang melakukan analisa data WHO dan memprediksi Indonesia tahun 2000 dikatakan sebagai nomor 4 terbanyak diabetisi (8,4 juta orang) pada tahun 2030 akan tetap nomor 4 di dunia tetapi dengan 21,3 juta diabetisi. Perkiraan ini akan menjadi kenyataan apabila tidak ada upaya dari kita semua untuk mencegah atau paling tidak mengeliminasi factor-faktor penyebab ledakan jumlah tersebut.

Diabetes Melitus menjadi penyakit yang tidak dapat sembuh total dan berhubungan erat dengan gaya hidup masyarakat modern. Namun, penderita DM tetap dapat hidup nyaman bila dapat mengatur pola makan dan memilih jenis pangan yang tepat (Widowati 2007). Perlunya jenis makanan yang tepat terutama dari jenis pangan sumber karbohidrat ini menjadi daya tarik tersendiri bagi para peneliti untuk mengembangkan penelitian terkait indeks glikemik (IG). Konsep indeks glikemik (IG) merupakan pendekatan yang etaboli baru untuk memilih pangan yang baik, khususnya pangan berkarbohidrat. Konsep ini berguna untuk membina kesehatan, mencegah obesitas, memilih pangan untuk berolahraga, dan untuk mengurangi resiko

penyakit etabolisme. Konsep IG menekankan pada pentingnya mengenal pangan (karbohidrat) berdasarkan kecepatannya menaikkan kadar glukosa darah dengan cepat, dan sebaliknya (Rimbawan dan Siagian 2004).

Indeks glikemik (IG) adalah tingkatan pangan menurut efeknya terhadap gula darah. Pangan yang menaikkan kadar gula darah dengan cepat memiliki IG tinggi. Sebaliknya, pangan yang menaikkan kadar gula darah dengan lambat memiliki IG rendah. Indeks glikemik bahan pangan dipengaruhi oleh kadar amilosa, protein, lemak, serat, dan daya cerna pati. Daya cerna pati merupakan kemampuan pati untuk dapat dicerna dan diserap dalam tubuh. Karbohidrat yang lambat diserap menghasilkan kadar glukosa darah yang rendah dan berpotensi mengendalikan kadar glukosa darah (Rimbawan dan Siagian 2004).

Kentang hitam (*Coleus tuberosus*) adalah salah satu hasil pertanian di Indonesia sebagai sumber karbohidrat alternative dan obat-obatan. Kentang hitam memiliki kandungan karbohidrat 33,7 gram per 100 gram, lebih tinggi dari karbohidrat kentang biasa 13,5 gram, juga kandungan energinya dan vitamin C-nya. Selain itu, potensi produktivitas kentang hitam juga tinggi. Di Afrika mencapai 45 ton/ha yang bisa dipanen setiap 4-5 bulan meski di Indonesia produktivitasnya baru 5-15 ton per ha karena teknik budidaya yang belum optimal. Selain itu kentang hitam cocok ditanam di dataran rendah, berbeda dengan kentang biasa yang hanya cocok ditanam di dataran tinggi.

Penelitian lanjutan diperlukan untuk memperoleh informasi mengenai nutrition fact kentang hitam dan produk olahannya beserta indeks glikemiknya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai makanan fungsional untuk pencegahan dan manajemen penyakit diabetes mellitus. Adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemampuan resistant starch tipe 3 tepung kentang hitam terhadap pencegahan penyakit degenerative yaitu diabetes mellitus sekaligus dapat mendorong pembudidayaan kentang hitam dalam rangka mendukung ketahanan pangan berbasis sumber pangan inferior serta tidak menganggap bahwa kentang hitam sebagai sumber karbohidrat saja, namun lebih dari itu memiliki potensi sebagai

makanan fungsional yang berguna dalam meningkatkan derajat kesehatan masyarakat.

#### B. Tujuan Khusus Penelitian Strategi Nasional

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah meningkatkan ketahanan pangan berbasis sumber pangan inferior yang berpotensi sebagai makanan fungsional.

Untuk mencapai target tersebut diperlukan beberapa tahap penelitian dengan tujuan spesifik sebagai berikut :

Tahun pertama

1. Mendapatkan tepung kentang hitam (*Coleus tuberosus*) yang tinggi resistant starch tipe 3

Tujuan pertama ini dapat diperoleh dengan tujuan khusus:

- a. Mengetahui pengaruh enam metode pengolahan (perebusan; perebusan dan pendinginan; pengukusan; pengukusan dan pendinginan; pengovenan; pengovenan dan pendinginan ) terhadap kadar pati dan amilosa
  - b. Mengetahui pengaruh enam metode pengolahan (perebusan; perebusan dan pendinginan; pengukusan; pengukusan dan pendinginan; pengovenan; pengovenan dan pendinginan) terhadap kadar resistant starch tipe 3
2. Bioassay resistant starch tipe 3 pada hewan coba
  3. Mengetahui tingkat penerimaan konsumen pada makanan fungsional berbasis resistant starch tipe 3 tepung kentang hitam
  4. Mengetahui kadar resistant starch pada produk olahan berbasis resistant starch tipe 3 tepung kentang hitam

Tahun Kedua:

1. Mengetahui pengaruh konsumsi tepung kaya resistant starch tipe 3 dan makanan fungsional berbasis resistant starch tipe 3 terhadap kadar



glukosa darah hewan coba yang menderita diabetes mellitus dan hiperkolesterolemia

2. Mengetahui pengaruh konsumsi tepung kaya resistant starch tipe 3 dan makanan fungsional berbasis resistant starch tipe 3 terhadap profil lipida hewan coba yang menderita diabetes mellitus dan hiperkolesterolemia
3. Mengetahui profil *Short Chain fatty Acid* (SCFA) pada kolon hewan coba

Tahun Ketiga:

1. Mengetahui komposisi kimiawi crackers kentang hitam (kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat, dan resistant starch)
2. Mengetahui indeks glikemik kentang hitam dan produk olahannya (crackers kentang hitam), produk pembanding (crackers tepung terigu), dan kontrol (glukosa murni).
3. Menghasilkan buku Kentang hitam dan potensi fungsionalnya, pengemasan crackers kentang hitam kaya *resistant starch*, serta labeling *nutrition fact* dan indeks glikemik

### C. Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Selama ini pola pangan masyarakat Indonesia diarahkan pada komoditas tertentu, yaitu padi sebagai makanan pokok dan kedelai sebagai sumber protein nabati utama. Bahkan masyarakat di wilayah yang dahulu dikenal dengan makanan pokoknya selain beras (misalnya jagung, ubikayu, ubi jalar) seolah-olah digiring untuk beralih ke beras. Sengaja ataupun tidak, sifat superior beras yang selalu dipromosikan merupakan salah satu pemicu beralihnya konsumen nonberas ke beras. Salah satu upaya untuk menghindari terjadinya krisis pangan dan gizi adalah dengan

penganekaragaman makanan, dengan menggerakkan kembali pembudidayaan dan konsumsi makanan berbasis umbi-umbian. Salah satu keutamaan penelitian ini adalah meningkatkan ketahanan pangan berbasis umbi-umbian lokal dengan cara penganekaragaman makanan sebagai sumber karbohidrat.

Kentang hitam sebagai salah satu dari umbi-umbian yang belum dimanfaatkan secara optimal mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai makanan fungsional. Pengolahan kentang hitam untuk konsumsi sehari-hari merupakan salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan pada beras sebagai sumber karbohidrat. Dengan demikian, keutamaan penelitian ini adalah meningkatkan penganekaragaman sumber karbohidrat selain beras sehingga diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada beras dan menghindari terjadinya krisis pangan. Kentang hitam ini mempunyai sustainability yang tinggi karena didukung oleh lahan yang masih luas, sumber daya manusia yang banyak, serta pertumbuhan dan perawatan yang mudah.

Beberapa pustaka menyatakan bahwa kentang pada umumnya ataupun yang telah mengalami proses pengolahan (perebusan, pengukusan dan pemanggang) kemudian mengalami pendinginan akan meningkatkan kadar *resistant starch*, dimana konsumsi makanan yang mengandung *resistant starch* berpotensi untuk menurunkan profil glukosa darah. Proses pengolahan juga merupakan faktor yang dapat menurunkan indeks glikemik pangan. Perlakuan pengolahan yang berbeda dapat memberikan indeks glikemik yang berbeda.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, kentang hitam memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai makanan fungsional meskipun dengan teknologi pengolahan yang sederhana, dalam arti tidak saja berfungsi primer, sekunder tapi juga fungsi tertier yaitu pencegahan penyakit. Penelitian *in vivo* yang telah dilakukan pada tahun pertama dan kedua memberikan gambaran potensi kentang hitam dalam pengembangannya sebagai makanan fungsional. Namun demikian, perlu penelitian berkaitan dengan sifat fisiko-kimiawi dan indeks glikemiknya sehingga dapat memberikan informasi yang sebenarnya mengenai potensi kentang hitam dan prospek pengembangannya menjadi makanan fungsional. **Keutamaan penelitian ini**

**adalah diperoleh bahan baku berupa tepung kentang hitam yang tinggi resistant starch tipe 3 dan produk olahannya yang dapat digunakan untuk manajemen penyakit diabetes mellitus.** Dengan diperolehnya bahan baku yang telah memiliki keunggulan tersebut maka membuka peluang pemanfaatannya menjadi produk berbasis resistant starch tipe 3 menjadi produk olahan yang dapat diterima oleh konsumen. Dengan demikian dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat Indonesia dengan menggunakan sumber daya pangan yang murah, mudah didapat dan dengan teknologi yang sederhana.

## **BAB II.**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### ***A. State of the art dalam bidang yang diteliti***

Kentang hitam memiliki nama latin *Solenostemon rotundifolius* (Poir), *Coleus tuberosus* (Benth), *Coleus rotundifolius*, *Plectranthus parviflorus*, *Plectranthus rotundifolius*. Termasuk dalam Famili : *Lamiaceae* dan sub famili : *Nepetoideae*. Kentang hitam berasal dari Afrika yang beriklim tropis, Mali, Ghana, Nigeria dan Afrika Selatan. Namun sekarang sudah ditanam di Benua Asia yang beriklim tropis. Umbi kentang hitam ada beberapa ukuran, bentuk dan warna. Tipe dengan warna abu-abu sampai coklat kehitaman tumbuh di Mali. Sedangkan umbi dengan warna kuning sampai merah gelap tumbuh di afrika. ([www.Prota.org](http://www.Prota.org)).



Gambar 1. Kentang hitam

Kentang hitam (*coleus tuberosus*) merupakan tanaman pangan potensial sebagai sumber pangan karbohidrat alternatif dan obat-obatan, penyakit maag. Kentang hitam termasuk dalam family Lamiaceae, dimana famili Lamiaceae juga dikenal dengan family Labiate atau family mint. Family ini terdiri dari 6500 spesies. Beberapa metabolit sekunder adalah bermacam-macam terpenoids terutama, mono-, sesqui-, di- dan tri-terpenes. (Luisa Pistelli, 2006). Distribusi senyawa bioaktif dalam sub family Nepetodeae cenderung lebih besar daripada sub family lamioideae seperti

diterpene, triterpenic acid (*ursolic acid* dan *oleanolic acid*), betalains, glicosida. (Mathe Imre, 2008). Upaya mendorong masyarakat dalam meningkatkan produksi dan konsumsi kentang hitam sebagai bahan pangan lokal, harus disertai dengan informasi yang jelas mengenai keunggulan yang dimiliki kentang hitam dalam kaitannya dengan pencegahan penyakit degeneratif terutama penyakit diabetes mellitus dan hiperkolesterolemia.

## B. Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus adalah kelompok penyakit metabolic yang memiliki karakteristik hiperglikemia, hipertriglyceridaemia dan hiperkolesterolemia yang menghasilkan defect pada sekresi insulin. Diabetes mellitus didefinisikan sebagai keadaan hyperglikemia menahun yang akan mengenai system seluruh tubuh dan merupakan hasil interaksi antara lingkungan dan bakat. Keadaan ini disebabkan karena adanya factor yang menghambat kerja insulin atau jumlah insulin menurun. Insulin adalah salah satu hormone yang diproduksi oleh pancreas yaitu endokrin. Hormon insulin berfungsi mengendalikan kadar gula tubuh. Kriteria diagnostik PERKENI (Perkumpulan Endokrinologi Indonesia) 2006, seseorang dikatakan menderita diabetes jika memiliki kadar gula darah puasa  $>126$  mg/dL dan pada tes sewaktu  $>200$  mg/dL. Kadar gula darah sepanjang hari bervariasi dimana akan meningkat setelah makan dan kembali normal dalam waktu 2 jam.

Penderita diabetes mellitus diharuskan mengatur dietnya dengan makanan yang mengandung serat, resistant starch yang cukup tinggi atau mengandung indeks glikemik yang tidak tinggi sehingga tidak terjadi komplikasi penyakit. Indeks glikemik pangan merupakan tingkatan pangan menurut efeknya terhadap kadar glukosa darah. Pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan cepat memiliki IG tinggi, sebaliknya pangan dengan IG rendah akan menaikkan kadar glukosa darah dengan lambat (Rimbawan dan Siagian, 2004). Hasil penelitian Heather et al.,(2001) menunjukkan bahwa pangan dengan IG rendah dapat memperbaiki pengendalian metabolik pada penderita DM tipe 2 dewasa. Sedangkan Miller et al.,(1992)

melaporkan bahwa studi pemberian pangan IG rendah jangka menengah pada penderita DM dapat meningkatkan pengendalian kadar glukosa darah. Berdasarkan IG-nya, pangan di kelompokkan menjadi tiga, yaitu pangan dengan IG rendah (<55), sedang (55-70) dan tinggi (>70).

Konsep indeks glikemik dikembangkan untuk memberikan klasifikasi numerik pangan sumber karbohidrat. Makanan yang memiliki nilai indeks glikemik rendah dapat meningkatkan rasa kenyang dan menunda rasa lapar, sedangkan makanan yang memiliki nilai indeks glikemik tinggi mampu meningkatkan kadar glukosa darah dengan cepat (Aston 2006). Para ahli telah mempelajari faktor-faktor penyebab perbedaan indeks glikemik antara pangan yang satu dengan pangan yang lain. Salah satu faktor yang memengaruhi indeks glikemik pangan adalah cara pengolahan (tingkat gelatinisasi pati dan ukuran partikel). Menurut Jenkins et al.(2002), proses pemasakan atau pengolahan membuat karbohidrat lebih mudah dicerna sehingga dapat meningkatkan nilai indeks glikemik, meskipun beberapa metode pengolahan, seperti *parboilling*, dapat menurunkan nilai indeks glikemik (Larsen et al.2000).

### C. Pati

Pati merupakan salah satu bentuk utama dari karbohidrat dalam makanan. pati adalah polisakarida yang dibentuk dari sejumlah molekul glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Oleh karena itu, pati dapat disebut sebagai karbohidrat kompleks (British Nutrition Foundation, 2005). Pati juga merupakan salah satu jenis polisakarida terpenting dan tersebar luas di alam. Pati disimpan sebagai cadangan makanan bagi tumbuh-tumbuhan antara lain di dalam biji buah (padi, jagung, gandum, jewawut, sorghum), di dalam umbi (ubi kayu, ubi jalar, talas, ganyong, kentang) dan pada batang (aren dan sagu). Bentuk pati digunakan untuk menyimpan glukosa dalam proses metabolisme. Berat molekul pati bervariasi tergantung pada kelarutan dan sumber patinya (Hart dan Schmetz, 1972).

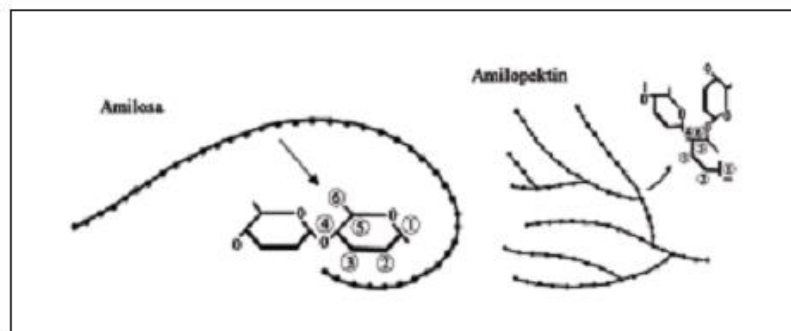
Zat pati terdiri dari butiran-butiran kecil yang disebut granula. Granula pati bervariasi dalam bentuk dan ukuran. Ada yang berbentuk bulat, oval, atau bentuk

tidak beraturan. Ukurannya juga berbeda mulai kurang dari 1  $\mu\text{m}$ -150  $\mu\text{m}$  (tergantung sumber patinya). Bentuk granula pati secara fisik berupa semikristalin yang terdiri dari unit kristal dan unit amorf. (Hart dan Schmetz, 1972). Unit kristal lebih tahan terhadap perlakuan asam kuat dan enzim, sedangkan unit amorf sifatnya labil terhadap asam kuat dan enzim. Bagian amorf dapat menyerap air dingin sampai 30% tanpa merusak struktur pati secara keseluruhan (Hodge dan Osman, 1976).

Pati alami biasanya mengandung amilopektin lebih banyak daripada amilosa. Butiran pati mengandung amilosa berkisar antara 15-30%, sedangkan amilopektin berkisar antara 70-85%. Perbandingan antara amilosa dan amilopektin akan berpengaruh terhadap sifat kelarutan dan derajat gelatinisasi pati (Jane dan Chen, 1992).

#### D. Resistant Starch

Pati terdiri dari amilosa dan amilopektin, dimana komposisi amilopektin lebih besar daripada amilosa. Struktur amilosa dan amilopektin ada pada Gambar dibawah ini

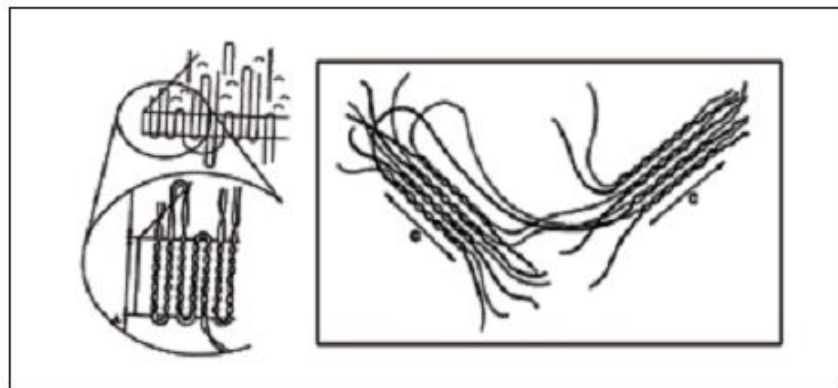


Gambar 1. Struktur amilosa dan amilopektin (Belitz dan Grosch 1999).

*Resistant starch* (RS) yaitu fraksi kecil dari pati yang resisten (tahan) terhadap hidrolisis oleh enzim  $\alpha$ -amilase dan enzim pululanase yang diberikan secara in vitro. RS tidak terhidrolisis setelah 120 menit inkubasi (Englyst, *et al.*, 1992). Pati yang sampai ke usus besar akan difermentasi oleh mikroflora usus. Oleh karena itu, sekarang RS didefinisikan sebagai fraksi dari pati yang dapat lolos dari pencernaan

pada usus halus. Secara kimia, RS adalah selisih dari kadar pati total dengan RDS dan SDS (Sajilata *et al.*, 2006).

Resistant starch adalah jumlah total pati dan produk degradasi pati yang tidak dapat dicerna di usus halus dan masuk ke usus besar (kolon). Sajilata *et.al* (2006), resistant starch dibagi menjadi empat kelompok : RS1 : Resistent starch tidak dapat dicerna karena : pati secara fisik tidak dapat dicerna oleh enzim seperti biji atau umbi; (b). RS2 : Resistant starch karena granula pati tersebut bentuk strukturnya mencegah pemecahan enzim misalkan kentang mentah dan pisang mentah dan high amylase corn; (c). RS3 : Resistant starch yang terjadi ketika pati dipanaskan dan terjadi gelatinisasi sehingga menjadi lebih mudah untuk dicerna, tapi ketika dilakukan pendinginan maka pati akan terjadi bentuk kristalin yang resistant untuk dicerna enzim (retrograded); (d) RS4 : Resistant starch karena pati telah mengalami perlakuan kimiawi (etherisasi, esterisasi, cross-bonding) sehingga tidak dapat dipecah enzim.



Gambar 3. Struktur resistant starch yang merupakan retrogradasi amilosa akibat proses pengolahan

#### E. *Resistant Starch* tipe 3

Granula pati yang dirusak dengan pemanasan di dalam air berlebih menghasilkan proses yang dikenal dengan sebutan gelatinisasi. Gelatinisasi ini membuat molekul pati dapat sepenuhnya dicerna oleh enzim pencernaan. Pada umumnya gelatinisasi terjadi pada suhu 40-120<sup>0</sup>C tergantung dari asal tanaman dan



kadar amilosanya. Selama proses pendinginan, pati mengalami pembentukan kembali strukturnya secara perlahan yang disebut dengan retrogradasi. Selama retrogradasi, molekul pati kembali membentuk struktur kompak yang distabilkan dengan adanya ikatan hidrogen. Struktur ini biasanya sangat stabil. Amilosa pati ini membentuk RS tipe 3 yang stabil terhadap panas, sangat kompleks, dan tahan enzim amilase (Sajilata *et al.*, 2006).

Dari semua jenis *resistant starch*, RS tipe 3 adalah yang paling menarik karena RS tipe 3 dapat mempertahankan karakteristik nutrisi suatu makanan ketika makanan tersebut ditambahkan RS tipe 3. RS tipe 3 juga disukai karena relatif tahan panas dibanding RS tipe lainnya sehingga RS tipe 3 dapat mempertahankan sifatnya selama pengolahan makanan. RS tipe 3 merupakan tipe *resistant starch* yang paling banyak digunakan sebagai bahan baku pangan fungsional yang berbasis *resistant starch*. Kandungan RS tipe 3 dalam makanan secara alami umumnya rendah. Jumlah RS tipe 3 dapat meningkat saat makanan dipanggang atau dalam bentuk pasta dan produk sereal (Shamai, *et al.*, 2003). RS tipe ini hanya dapat didispersikan oleh KOH atau dimetil sulfoksida. RS tipe 3 benar-benar resisten terhadap pencernaan oleh enzim amilase pankreatik (Sajilata, *et al.*, 2006). Menurut Edmonton dan Saskatoon (1998), konsentrasi suspensi pati yang dibuat pada awal pembuatan RS tipe 3 mempengaruhi rendemen RS. Pembuatan RS tipe 3 dengan konsentrasi pati 20% menghasilkan 6-9% RS.

#### F. Indeks glikemik dan diabetes mellitus

Indeks Glikemik adalah tingkatan pangan menurut efeknya terhadap kadar gula darah. Dengan kata lain indeks glikemik adalah respon glukosa darah terhadap makanan dibandingkan dengan respon glukosa darah terhadap glukosa murni. Indeks glikemik berguna untuk menentukan respon glukosa darah terhadap jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi. Indeks glikemik bahan makanan berbeda-beda tergantung pada fisiologi, bukan pada kandungan bahan makanan. (Sarwono W, 2002).

Indeks glikemik murni ditetapkan 100 dan digunakan sebagai acuan untuk penentuan IG pangan lain (Rimbawan, 2004). Katagori pangan menurut rentang IG yaitu :

- 1) IG rendah, rentang IG < 55 diantaranya : Yougort rendah lemak, kacang tanah, jeruk besar, susu kedelai, apel, pear, macaroni, jus nenas, roti pisang, pisang, ubi jalar, dan lain sebagainya.
- 2) IG sedang, rentang IG 55 – 70 diantaranya : beras merah, nasi putih, es krim, kismis, gula meja, nenas, roti putih, dan lain-lain
- 3) IG tinggi, rentang IG > 70 diantaranya : wortel, semangka, madu, rice instant, corn flakes, dan lain-lain (Eka P, 2003)

Indeks glikemik berguna untuk menentukan respon glukosa darah terhadap jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi (Rimbawan dan Siagian, 2004). Pangan dengan IG rendah memiliki potensi sebagai pangan fungsional. Pangan dengan IG rendah memiliki potensi sebagai pangan fungsional karena potensinya sebagai pengganti makanan pokok beras bagi penderita diabetes mellitus yang kian hari semakin meningkat di Indonesia. Menurut data WHO, Indonesia menempati urutan ke-4 terbesar dalam jumlah penderita diabetes mellitus di dunia.

Faktor-Faktor yang penyebab perbedaan IG antara pangan yang satu dengan lain diantaranya adalah cara pengolahan (tingkat gelatinisasi pati dan ukuran partikel), perbandingan amilosa dan amilopektin, gizi pangan (Sarwono W, 2002).

a. Proses Pengolahan

Dewasa ini teknik pengolahan pangan menjadikan pangan tersedia dalam bentuk, ukuran dan rasa yang lebih enak. Proses penggilingan menyebabkan struktur pangan menjadi halus sehingga pangan tersebut mudah dicerna dan diserap. Pangan yang mudah cerna dan diserap menaikkan kadar gula darah dengan cepat. Penumpukan dan penggilingan biji-bijian memperkecil ukuran partikel sehingga mudah menyerap air menurut Liljeberg dalam buku Indeks Glikemik Pangan, makin kecil ukuran partikel maka IG pangan makin tinggi. Butiran utuh sereal, seperti gandum menghasilkan glukosa dan insulin yang rendah. Namun ketika

biji-bijian digiling sebelum direbus, respon glukosa dan insulin mengalami peningkatan yang bermakna. (Rimbawan, 2004).

b. Kadar Amilosa dan Amilopektin

Amilosa adalah polimer gula sederhana yang tidak bercabang. Struktur yang tidak bercabang ini membuat amilosa terikat lebih kuat sehingga sulit tergelatinisasi akibatnya mudah cerna. Sementara Amilopektin-polimer gula sederhana memiliki ukuran molekul lebih besar dan lebih terbuka sehingga mudah tergelatinisasi akibatnya mudah cerna. Penelitian terhadap pangan yang memiliki kadar amilosa dan amilopektin berbeda menunjukkan bahwa kadar glukosa darah dan respon insulin lebih rendah setelah mengonsumsi pangan berkadar amilosa tinggi daripada pangan berkadar amilopektin tinggi. Sebaliknya bila kadar amilopektin pangan lebih tinggi daripada amilosa, respon gula darah lebih tinggi. (Rimbawan, 2004).

c. Kadar Gula dan Daya Osmotik Pangan

Pengaruh gula secara alami terdapat didalam pangan dalam berbagai porsi terhadap respon gula darah sangat sulit diprediksi. Hal ini dikarenakan pengosongan lambung diperlambat oleh peningkatan konsumsi gula apapun strukturnya (Sarwono, 2002).

d. Kadar Serat Pangan

Menurut Miller dalam buku Indeks Glikemik Pangan, Pengaruh serat pada IG pangan tergantung pada jenis seratnya. bila masih utuh serat dapat bertindak sebagai penghambat fisik pada pencernaan. Akibatnya IG cenderung melebihi rendah. Hal ini menjadi salah satu alasan mengapa kacang-kacangan atau tepung biji-bijian memiliki IG rendah (30–40). Menurut Rimbawan, 2004 serat kasar mempertebal kerapatan atau ketebalan campuran makanan dalam saluran pencernaan. Hal ini memperlambatnya lewatnya makanan pada saluran pencernaan dan menghambat pergerakan enzim. Dengan demikian proses pencernaan menjadi lambat dan akhirnya respon gula darah menjadi lebih rendah.

e. Kadar Lemak dan Protein Pangan

Pangan berkadar lemak dan protein tinggi cenderung memperlambat laju pengosongan lambung. Dengan demikian laju pencernaan makanan di usus halus juga diperlambat. Oleh karena itu pangan berkadar lemak tinggi cenderung memiliki IG lebih rendah daripada sejenis berkadar lemak lebih rendah (Rimbawan, 2004 ).

f. Kadar Anti Gizi Pangan

Menurut Rimbawan, 2004 beberapa pangan secara alamiah mengandung zat yang dapat menyebabkan keracunan bila jumlahnya besar. Zat tersebut dinamakan zat anti gizi. Beberapa zat anti gizi tetap aktif walaupun sudah melalui proses pemasakan. Zat anti gizi pada biji-bijian dapat memperlambat pencernaan karbohidrat didalam usus halus. Akibatnya IG pangan menurun.

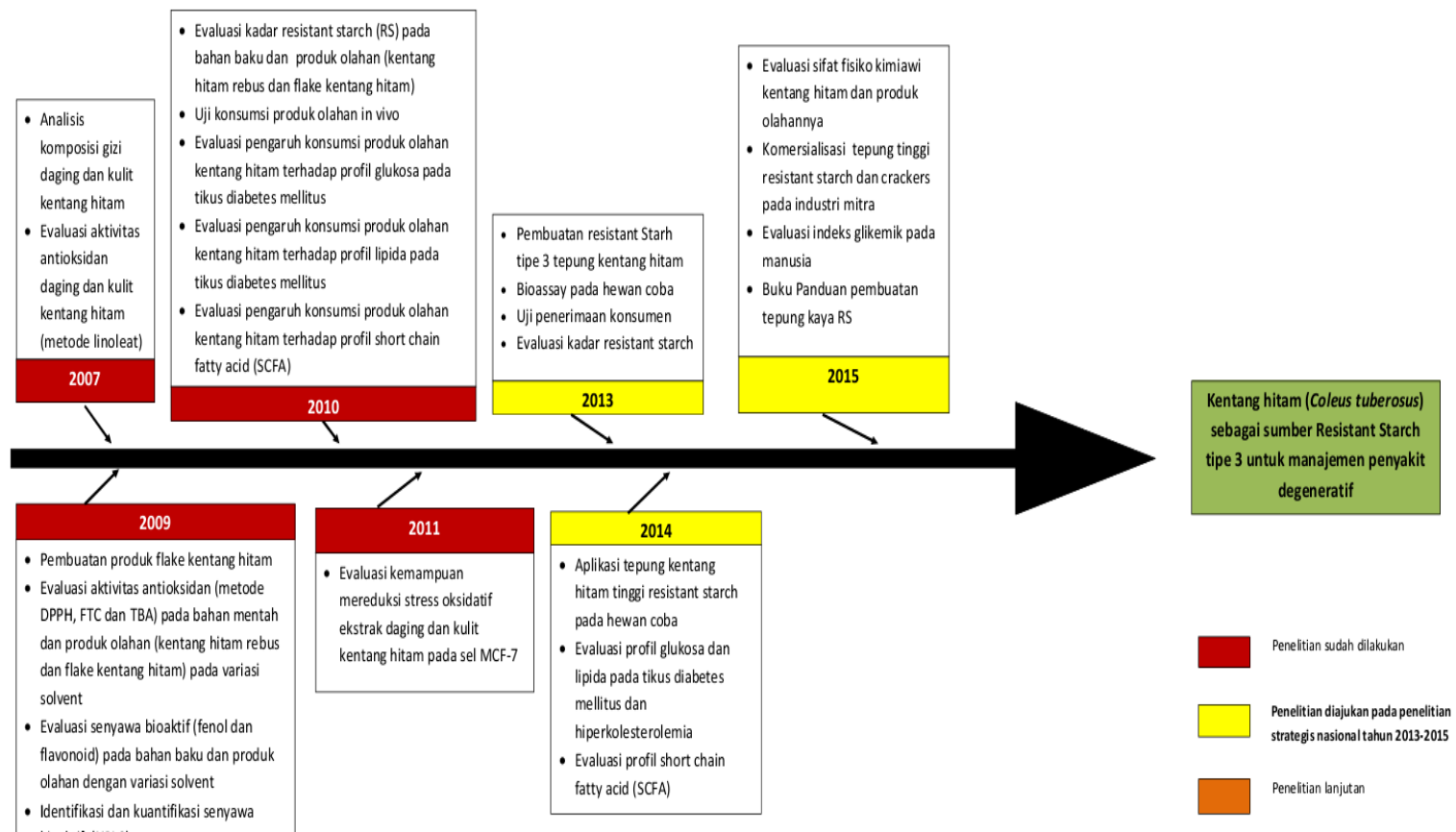
Salah satu upaya untuk pencegahan penyakit diabetes adalah dengan pengaturan pola konsumsi yang benar dan pemilihan makanan yang tepat. Menurut Shin et al (2003) pendekatan pemilahan dan pengaturan makanan menjadi cara yang masuk akal untuk mencegah penyakit tersebut. Pemilihan pangan adalah salah satu cara merubah pola makan yang kurang baik menjadi lebih baik. Cara memilih pangan yang tepat diantaranya dengan memakan makanan yang banyak mengandung pati resisten. Bahan makanan yang banyak mengandung pati resisten banyak ditemukan pada akar umbi, umbi-umbian dan kacang-kacangan. Konsumsi makanan berkadar karbohidrat tinggi seperti nasi dan makanan yang terbuat dari gandum lainnya ada baiknya dibatasi bagi para penderita diabetes. Sebagai gantinya dapat diberikan makanan yang memiliki pati resisten dan berindeks glikemik yang rendah seperti umbi-umbi.

G. Roadmap penelitian

Kentang hitam termasuk sayuran yang berbentuk umbi. Klasifikasi yang dilakukan menunjukkan bahwa kentang hitam dapat digunakan sebagai makanan dan obat. Penelitian yang dilakukan pada umbi kentang hitam ini merupakan penelitian

jangka panjang untuk eksplorasi potensi kentang hitam sebagai makanan fungsional dan nutraceutical yang dapat dimanfaatkan untuk mencegah penyakit degenerative (diabetes mellitus, hiperkolesterolemia, dan kanker).

Penelitian lanjutan mengenai potensi kentang hitam sebagai makanan fungsional diajukan pada penelitian strategis nasional dalam kaitannya dengan pengembangan tepung kentang hitam dan produk olahannya serta aplikasinya pada hewan coba. Penelitian ini akan dilanjutkan pada aplikasi pada manusia dan komersialisasi di usaha kecil dan menengah (UKM).



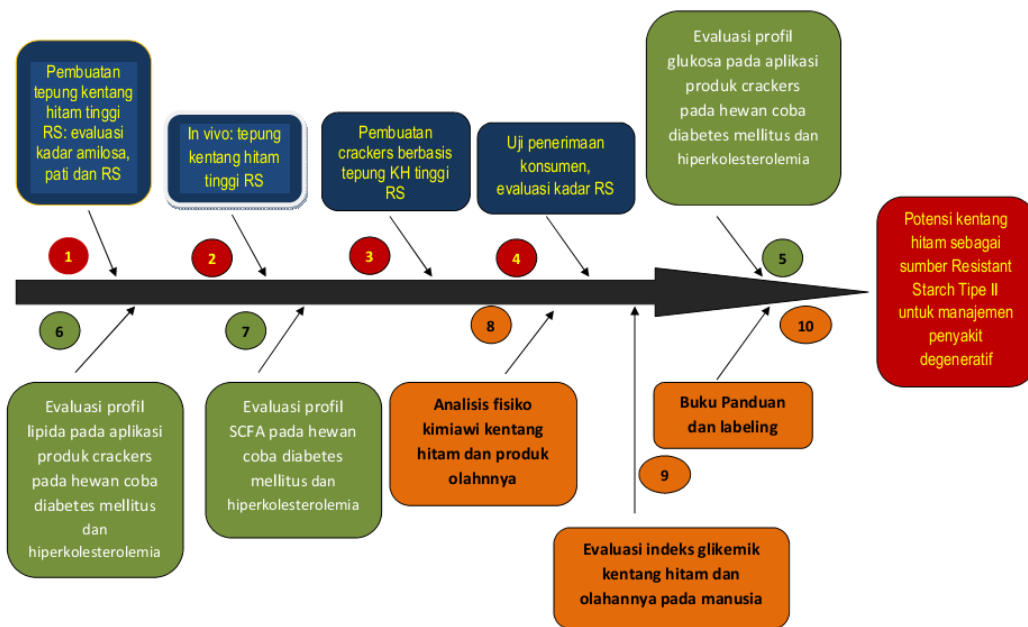
Gambar 10. Roadmap penelitian kentang hitam (*Coleus tuberosus*) tahun 2007-2017

### BAB III. METODE PENELITIAN

#### A. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimen di Laboratorium Kimia, Jurusan Pendidikan Teknik Boga dan Busana, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Pusat Studi pangan dan Gizi UGM

#### B. Jalannya penelitian



Gambar 11. Jalannya penelitian selama 3 tahun

#### TAHUN I

**Tahap I : Analisis kadar pati, amilosa dan *resistant starch* tepung pra-masak dari kentang hitam dan 6 macam proses pengolahan**

Bahan dasar dalam penelitian ini adalah kentang hitam. Bahan-bahan kimia untuk penelitian ini adalah KOH, Arsenomolibdat, Nelson A, Nelson B dan Glukosa Standar serta enzim amilase, dan amiloglukosidase.

Persiapan bahan meliputi pengupasan penimbangan, pengirisan, dan perendaman dalam larutan Na-bisulfit. Untuk memperoleh tepung kentang hitam kontrol (tanpa perlakuan pengolahan) dilakukan proses pengeringan (suhu 60°C selama 6 jam. Perlakuan Pengolahan kentang hitam meliputi :

- (1) perebusan (suhu 100°C selama 15 menit),
- (2) perebusan & pendinginan (suhu 4°C selama 24 jam),
- (3) pengukusan (suhu 100°C selama 15 menit),
- (4) pengukusan dan pendinginan (suhu 4°C selama 24 jam),
- (5) pengovenan (suhu 100°C selama 15 menit),
- (6) pengovenan & pendinginan (suhu 4°C selama 24 jam),

kemudian dilanjutkan pengeringan (suhu 60°C selama 6 jam), penggilingan dan pengayakan (100 mesh) sehingga diperoleh tepung pra-masak kentang hitam. Pada tepung pra-masak dilakukan analisis kadar pati, kadar air, amilosa dan pati resisten untuk mengetahui pengaruh proses pengolahan pada pembentukan pati resisten.

## **Tahap II : Bioassay pati resisten tepung pra-masak kentang hitam**

Hewan percobaan yang digunakan adalah tikus putih jenis Wistar (umur 2 bulan dengan berat rata-rata 110 g). Bahan-bahan untuk pakan tikus, meliputi kasein, sukrosa, minyak nabati, selulosa, campuran mineral (AIN-93) dan campuran vitamin (AIN-93), serta glukosa kit (bavaria Diagnostic Germany), kolesterol kit (DiaSys Diagnostic System GmbH & Co, Jerman).

Diet perlakuan dibuat dari tepung kentang, kentang hitam rebus dan pendinginan, kentang hitam kukus dan kentang hitam kukus dan pendinginan; kentang hitam oven dan kentang hitam oven dan pendinginan Tabel 2. Pembuatan



diet tikus mengacu pada formula diet *American Institute of Nutrition* (AIN-93) (Reeves et al., 1993).

Sebanyak 30 ekor tikus putih jenis Wistar (umur 2 bulan, berat rata-rata 110 g) diadaptasi selama 7 hari dengan cara menempatkan setiap tikus secara individu dalam kandang yang cukup cahaya, ventilasi, dan pada suhu kamar. Selama adaptasi, tikus diberi diet standar (AIN-93) dan minum secara *ad libitum*. Kemudian tikus-tikus tersebut dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok sesuai perlakuan, yang masing-masing terdiri dari 6 ekor tikus. Diet perlakuan dan air minum diberikan *ad libitum* selama 20 hari. Pada hari ke-21 (dua puluh satu) dilakukan pembedahan pada semua tikus dari tiap-tiap kelompok untuk pengambilan digesta yang ada di caecum untuk dianalisa berat, volume, kadar air, pH dan kadar asam lemak rantai pendeknya (SCFA) serta pengambilan darah untuk dianalisa kadar kolesterol dan glukosa darah.

Sebelum diambil darahnya, tikus dipuasakan terlebih dahulu selama 12 jam. Pengambilan darah dilakukan melalui *sinus orbitalis* (terletak di organ mata) sebanyak 1 ml dengan menggunakan *haematocrit* dan dimasukkan pada tabung *appendorf*. Darah kemudian disentrifuse untuk memisahkan serum darah untuk dianalisis kadar glukosa serum menggunakan metode GOD-PAP serta kadar kolesterol total dengan menggunakan metode *Enzymatic Colorimetric Test* (CHOD-PAP).

### **Tahap III. Penggunaan tepung kentang hitam tinggi resistant starch tipe 3 untuk pembuatan biskuit Crackers**

Tahap ini bertujuan untuk mencoba penggunaan tepung pra-masak kentang hitam untuk mensubstitusi sebagian tepung terigu pada pembuatan crackers. Pada tahap ini dilakukan pembuatan biskuit crackers dari tepung terigu yang disubstitusi sebagian dengan tepung pra-masak kentang hitam tinggi resistant starch tipe 3 (tingkat substitusi 15% ; 20% dan 25%) yang dipilih sebagai perlakuan terbaik dari penelitian tahap I (*bioassay*). Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan crackers adalah tepung terigu, lemak, soda kue, garam, yeast, gula dan air (Manley, 1983).

#### **Tahap IV. Menganalisis kadar resistant starch pada crackers (Kim *et al.*, 2003)**

Sebanyak 0,5 gram pati didispersikan ke dalam 25 ml bufer fosfat (0.08M, pH 6), ditambahkan 0.05 ml *heat stable* alfa-amilase. Gelas piala ditutup dengan alufo dimasukkan ke dalam penangas air dengan suhu 95°C selama 15 menit, diagitasi setiap 5 menit, lalu didinginkan di suhu ruang. Kemudian ditambahkan 5 ml NaOH (0.275N) dan 0.05 ml protease (50 mg/ml larutan protease dalam bufer fosfat). Campuran dimasukkan ke dalam penangas air ber-shaker dengan suhu 60°C selama 30 menit, lalu didinginkan di suhu ruang. Kemudian 5 ml HCl (0.325 N) ditambahkan sehingga pH menjadi 4.3. Selanjutnya 0.06 ml enzim amyloglukosidase ditambahkan dimasukkan ke penangas air ber-shaker pada suhu 60°C selama 30 menit. Ethanol 95% ditambahkan dan campuran dibiarkan di suhu ruang semalaman. Endapan disaring dengan kertas saring. Residu yang larut dicuci dengan 20 ml etanol 78% (3 kali), 10 ml etanol murni (2 kali) dan 10 ml aseton (2 kali). Residu dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C.

$$\text{Resistant starch (\%)} = \frac{\text{berat residu yang tidak larut (g)}}{\text{Berat sampel (g)}} \times 100$$

#### **Analisis Profil Glukosa**

Analisis gula darah dilakuakn dengan metode Glucose GOD PAP : enzymatic photometric test. Prinsipnya adalah glukosa dioksidasi oleh enzimglukosidase menghasilkan asam glukonat dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Selanjutnya direaksikan dengan amynoantypyrine dan phenol dengan bantuan enzim peroksidase menghasilkan quinoneimine. Warna yang dihasilkan dihitung absorbansinya, kemudian dihitung konsnetrasi glukosanya.



Reagen yang digunakan : Phospat buffer pH 7.5 : 250 mmol/l; Phenol : 5 mmol/l; 4-Aminoantypyrine 0.5 mmol/l; Glucose oxidase (GOD) :  $\geq 10$  kU/l; Peroxidase (POD):  $\geq 1$  kU/l; Standard : 5.55 mmol/l.

Prosedur analisis : Panjang gelombang 500 nm, Hg 546 nm; Optical Path : 1 cm; Suhu 20-25°C/37°C

Penghitungan :

$$\text{Glucose (mg/dl)} = \frac{A_{\text{sampel}}}{A_{\text{standard/Cal}}} \times \text{Concentrasi Standard/Cal [mg/dl]}$$

### **Analisis profil lipida**

Sampel darah diambil dari mata tikus dan disentrifugasi pada kecepatan 4000 g (3 menit, 4°C) untuk mendapatkan serum. Serum disimpan pada suhu -80°C sampai lipida serum akan dianalisis. Konsentrasi Total Cholesterol (TC), Total gliserida (TG) dan LDI dan LDL ditentukan dengan metode kolorimetri enzimatis menggunakan kit komersial. (Yanping Zou, 2005)

### **Analisis caecum dan *short chain fatty acid* (SCFA)**

#### **Berat digesta dan kadar air digesta**

Caecum dari masing-masing tikus digunting dan isi dikeluarkan, keseluruhan isi merupakan berat digesta. Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara sampel digesta yang sudah homogeny dimasukkan dalam botol timbang yang sudah konstan dan diamsukkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3-5 jam. Kehilangan berat merupakan banyaknya air dalam sampel.

#### **pH digesta**

pH digesta ditentukan dengan alat pH meter. Angka yang ditunjukkan pada pH meter merupakan pH dari cairan caecum.

### **Analisis SCFA**

Short Chain fatty Acids diekstrak. Sampel 0,1 µL diinjeksikan pada GC HP 5890A dengan flame ionization detector dan semi-capillary column (25mx 23 mm). helium pada kecepatan alir kolom 12 ml/mindengan split 1 : 10 digunakan sebagai

gas pembawa (temperature kolom 125°C). Proporsi asam lemak rantai pendek yang terdapat pada digesta dengan kromatografi gas (GC). Prinsipnya adalah massa padat pada digesta caecum dipisahkan dengan cara sentrifugasi. Supernatan dianalisis dengan GC. Untuk identifikasi masing-masing asam lemak rantai pendek (asetat, propionate, butirat) dengan cara membandingkan luas area dengan kurva standar. Rasio asam lemak rantai pendek dihitung berdasarkan rasio luas area dari masing-masing asam lemak rantai pendek dengan luas area total.

### **Analisis caecum dan *short chain fatty acid* (SCFA)**

#### **Berat digesta dan kadar air digesta**

Caecum dari masing-masing tikus digunting dan isi dikeluarkan, keseluruhan isi merupakan berat digesta. Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara sampel digesta yang sudah homogeny dimasukkan dalam botol timbang yang sudah konstan dan dimasukkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3-5 jam. Kehilangan berat merupakan banyaknya air dalam sampel.

#### **pH digesta**

pH digesta ditentukan dengan alat pH meter. Angka yang ditunjukkan pada pH meter merupakan pH dari cairan caecum.

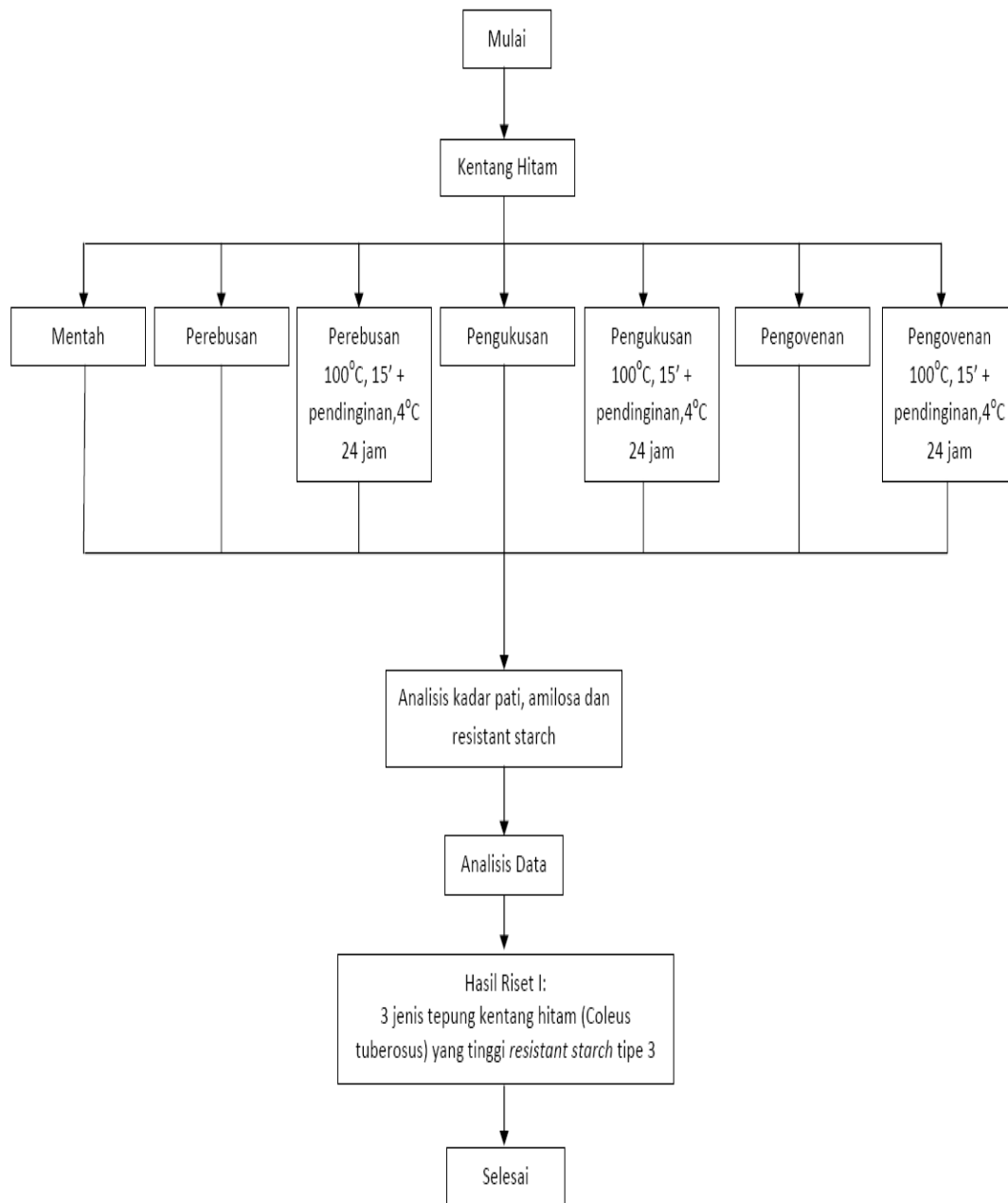
### **Analisis SCFA**

Short Chain fatty Acids diekstrak. Sampel 0,1 µL diinjeksikan pada GC HP 5890A dengan flame ionization detector dan semi-capillary column (25mx 23 mm). helium pada kecepatan alir kolom 12 ml/mindengan split 1 : 10 digunakan sebagai gas pembawa (temperature kolom 125°C). Proporsi asam lemak rantai pendek yang terdapat pada digesta dengan kromatografi gas (GC). Prinsipnya adalah massa padat pada digesta caecum dipisahkan dengan cara sentrifugasi. Supernatan dianalisis dengan GC. Untuk identifikasi masing-masing asam lemak rantai pendek (asetat,

propionate, butirat) dengan cara membandingkan luas area dengan kurva standar. Rasio asam lemak rantai pendek dihitung berdasarkan rasio luas area dari masing-masing asam lemak rantai pendek dengan luas area total.

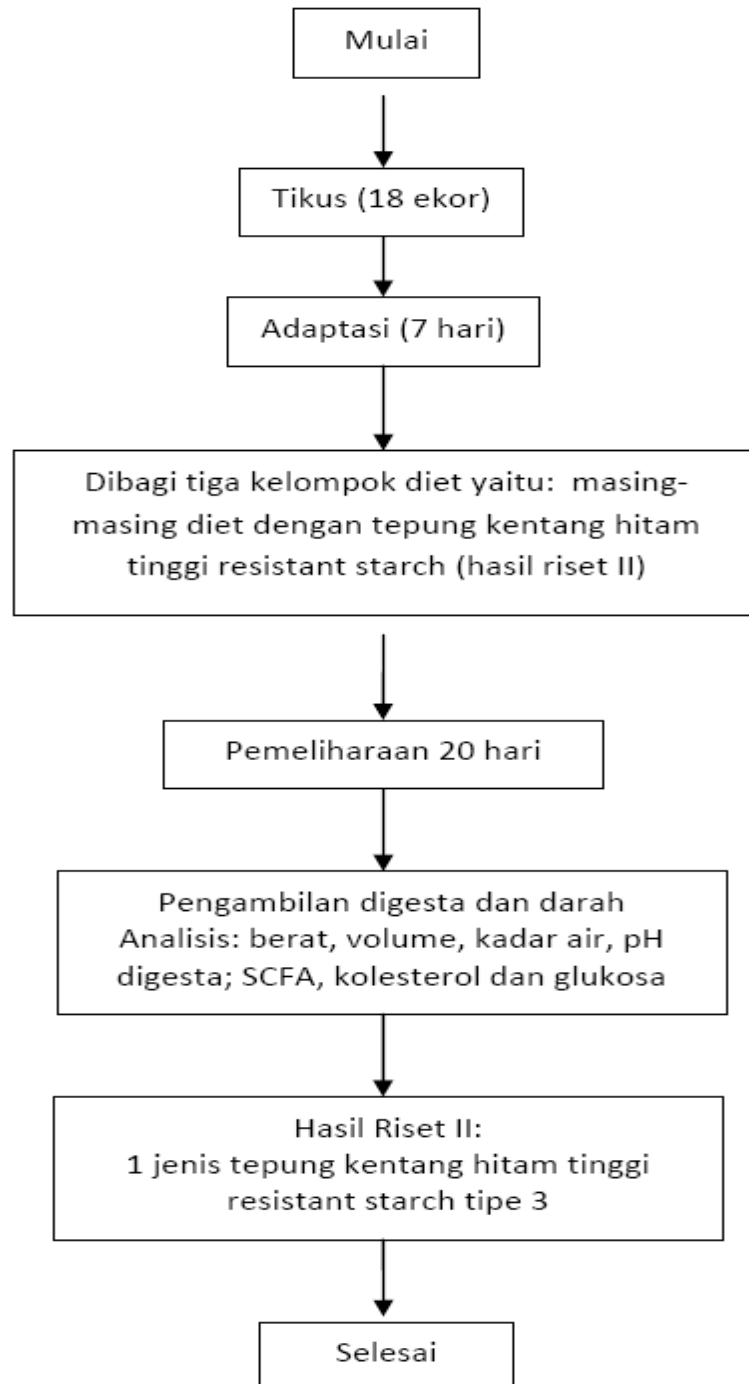
## Tahun Pertama

### Tahap I

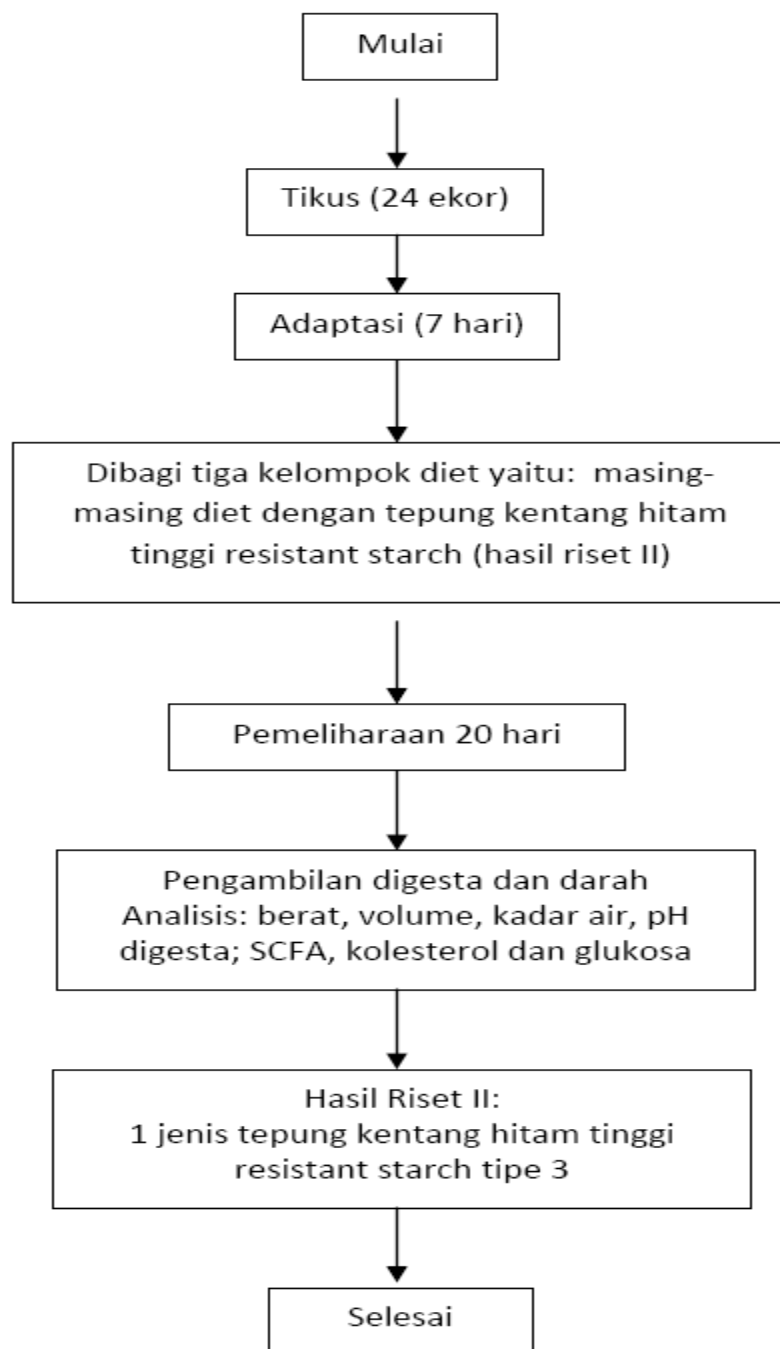


Gambar 4. Pembuatan tepung kentang hitam tinggi resistant starch tipe 3

Tahap II:



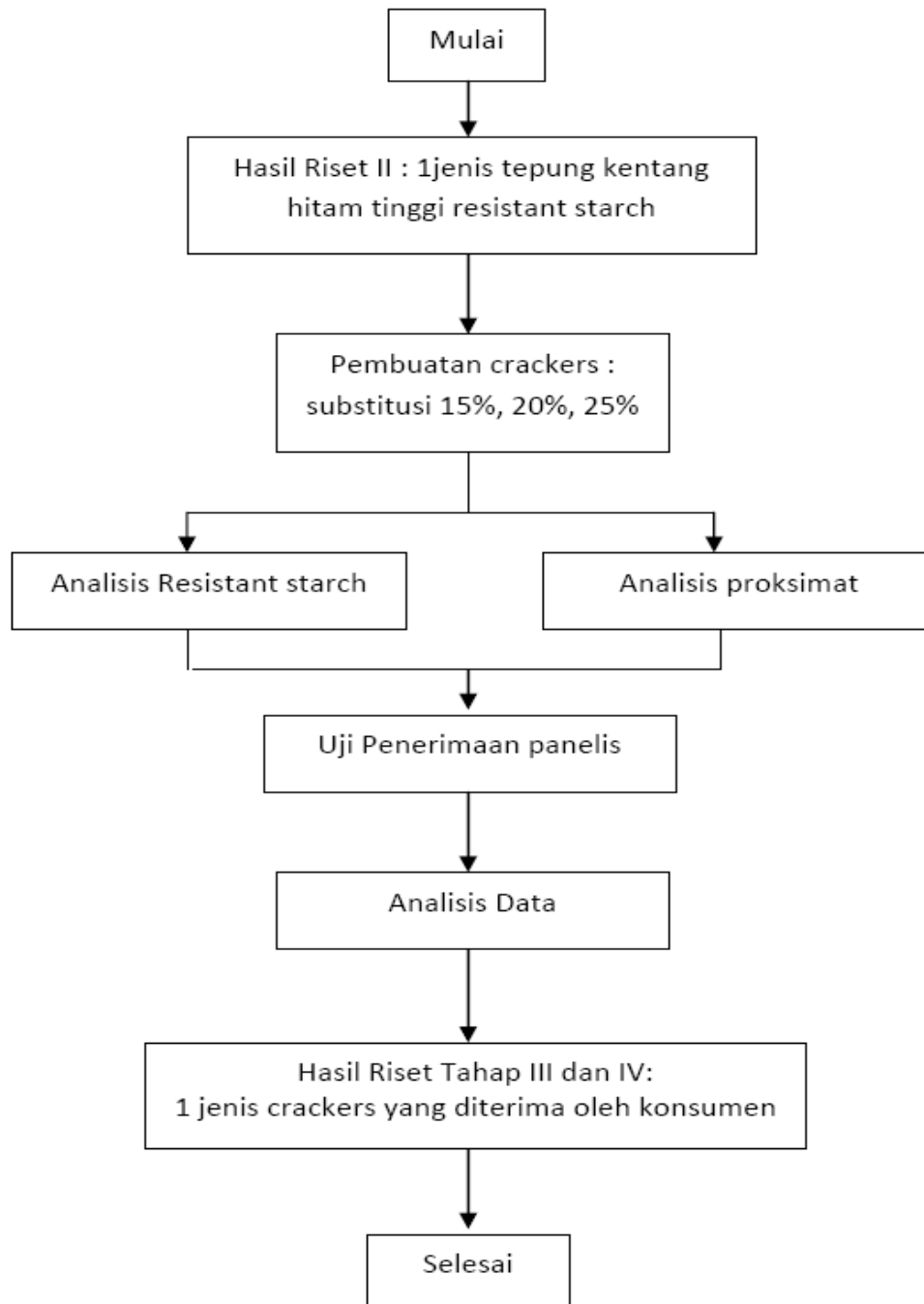
Gambar 5. Bioassay aplikasi tepung kenang hitam kaya RS tipe 3 pada hewan coba



Gambar 6. Penentuan jenis tepung kentang hitam tinggi resistant starch secara in vitro



### Tahap III dan IV



Gambar 7. Penentuan crackers yang diterima oleh panelis

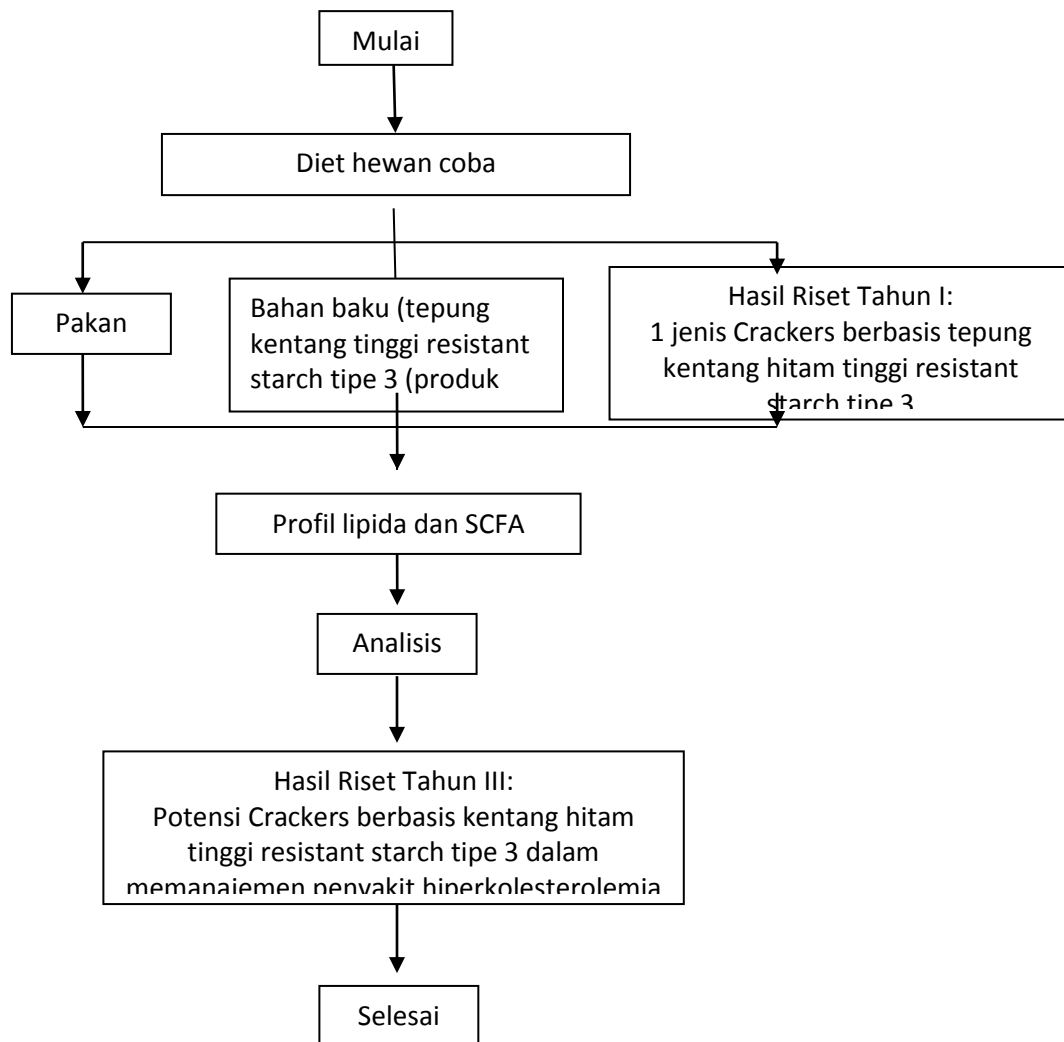
## TAHUN KEDUA

### Pemeliharaan hewan coba

Metode uji aktivitas secara *in vivo* adalah dengan menyiapkan hewan coba tikus dilakukan di laboratorium Pemeliharaan Hewan Percobaan (UPHP) sebanyak 18 ekor tikus putih jantan jenis wistar dengan berat 110-150 gram dan dikandangkan secara tertutup dengan kondisi kandang seperti cahaya tidak terkontrol, ventilasi udara di dalam kandang cukup, temperatur udara pada suhu kamar. Pakan standar diberikan selama tiga hari dengan menggunakan standar AIN 1993 (Reeves, et, al. 1993).

Pakan dibuat pellet kemudian dioven hingga kering dan digunakan sebagai pakan tikus selama 28 hari pemeliharaan. Selanjutnya dilakukan penimbangan berat badan dan dilakukan injeksi alloxan melalui intraperitoneal dengan dosis 125 mg/kg berat badan tikus untuk membuat tikus menjadi diabetes dan pemberian makanan hiperkolesterolemia. Tikus tetap diberi pakan standar. Hari ketiga tikus positif menderita diabetes. Selanjutnya dilakukan penimbangan berat badan dan dilanjutkan pembagian kelompok.

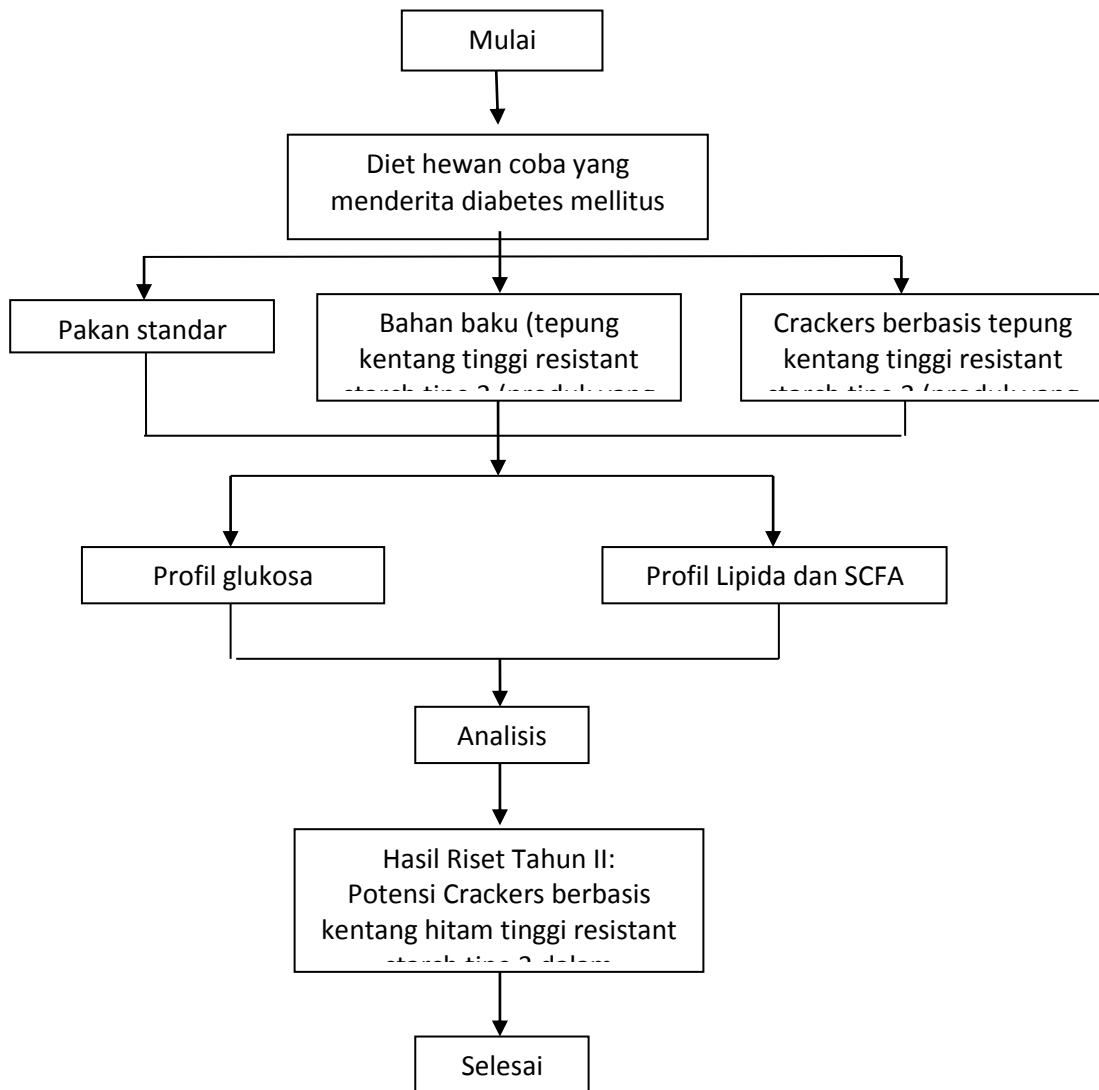
Tikus dibagi dalam tiga kelompok diet yaitu 6 ekor tikus untuk diet standar; 6 ekor tikus untuk diet crackers yang paling disukai; 6 ekor tikus untuk diet tepung kaya RS 3. Air minum diberikan secara *ad libitum*. Setiap hari kandang dibersihkan, tempat penampungan kotoran dibersihkan dari kotoran atau feses yang melekat, sisa pakan ditimbang setiap hari. Pakan tikus diberikan setiap pagi hari.



Gambar 6. Potensi crackers berbasis tepung kentang hitam tinggi resistant starch tipe 3 dalam memanajemen penyakit hiperkolesterolemia

Dilakukan Analisis gula darah dilakukan dengan metode Glucose GOD PAP: enzymatic photometric test. Sampel darah diambil dari mata tikus dan disentrifugasi pada kecepatan 4000 g (3 menit, 4°C) untuk mendapatkan serum. Serum disimpan pada suhu -80°C sampai lipida serum akan dianalisis. Konsentrasi Total Cholesterol (TC), Total gliserida (TG) dan LDI dan LDL ditentukan dengan metode kolorimetri

enzimatik menggunakan kit komersial.(Yanping Zou, 2005). Analisis short chain fatty acid dengan GC, selain itu juga dilakukan analisis fisik dan kimiawi caecum yang meliputi kaadara air, berat, pH.



Gambar 7. Potensi crackers berbasis tepung kentang hitam tinggi resistant starch tipe 3 dalam manajemen penyakit diabetes mellitus

## TAHUN KETIGA

### 1. Menganalisis komposisi kimiawi produk

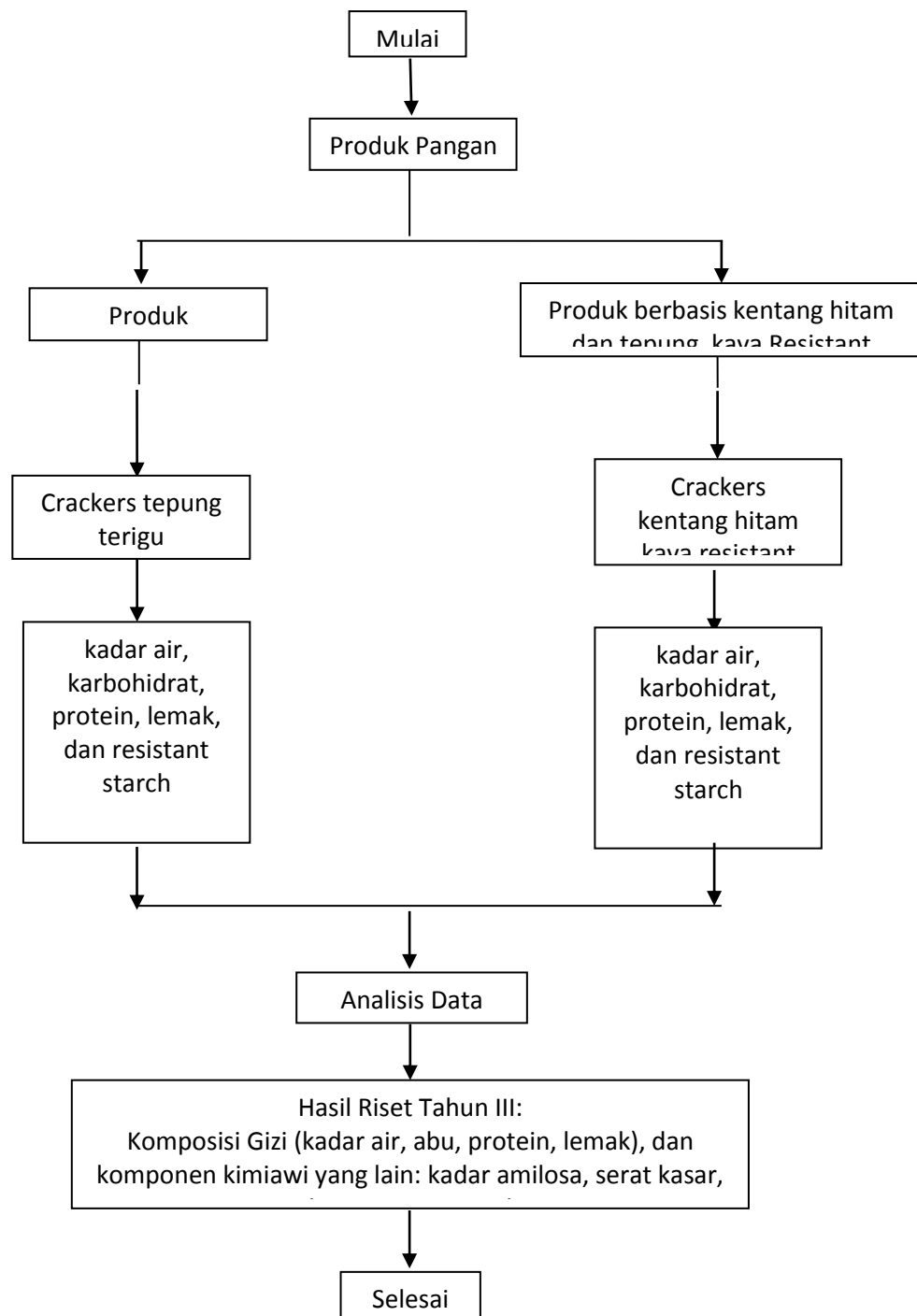
Komposisi kimiawi yang diuji adalah karbohidrat, protein, lemak (Metode Soxhlet AOAC 1995), air (metode gravimetri (AOAC 1995), abu (metode gravimetric AOAC 1995), serat kasar (Sudarmadji, 1999), amilosa (Apriyantono dkk., 1989), resistant starch.

### 2. Uji Indeks Glikemik (Miller *et. al.* 1996)

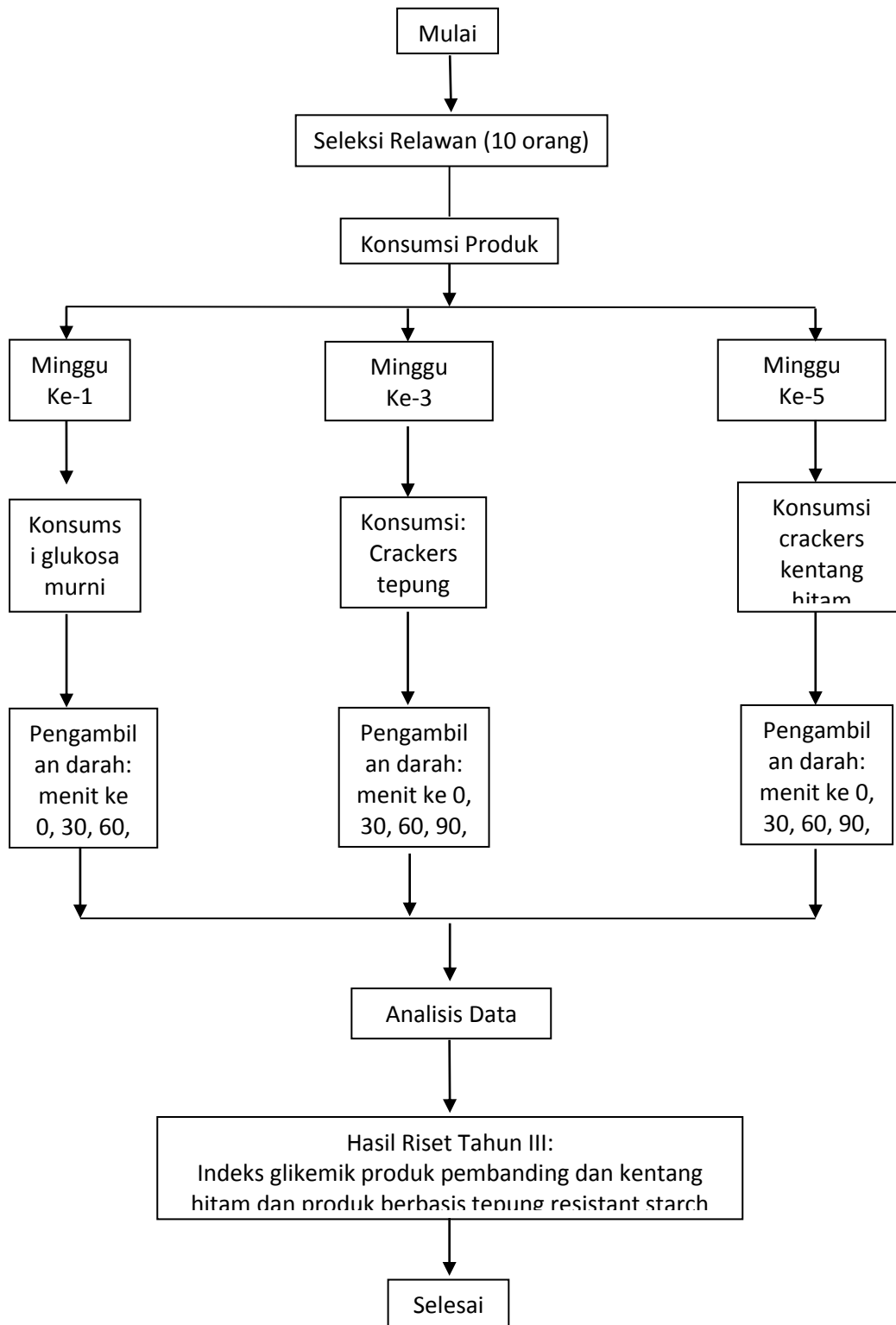
Setiap porsi penyajian produk olahan *snack* yang akan ditentukan IG-nya mengandung 50 g karbohidrat. Produk tersebut diberikan kepada relawan yang telah menjalani puasa penuh (kecuali air) selama semalam (sekitar pukul 22.00 sampai pukul 08.00 keesokan harinya). Perlakuan puasa ini bertujuan untuk membiarkan kadar gula darah normal kembali sehingga pada saat menganalisis tidak ada pengaruh dari karbohidrat lainnya (Marsono 2002). Panelis yang digunakan terdiri atas dua kategori yaitu individu normal (non DM) sebanyak 10 orang, serta 10 individu penderita diabetes (DM) (Natalia 2010). Sebelum konsumsi sampel, responden normal dan DM diambil contoh darahnya sebanyak 50 Ml sampel darah dari ujung jari (*finger-prick capillary blood samples method*) dan diukur kadar glukosanya. Hasilnya dinyatakan sebagai kadar glukosa darah puasa (kadar glukosa menit ke-0). Setelah konsumsi produk sebanyak 50 Ml sampel darah diambil kembali dari ujung jari setiap 30 menit untuk diukur kadar glukosanya (pengukuran kadar glukosa menit ke-30, 60, 90, dan 120). Sebagai standar, responden diberikan 50 gram glukosa murni.

Kadar glukosa darah (pada waktu setiap pengambilan sampel) diplotkan pada dua sumbu, yaitu sumbu waktu (x) dan sumbu kadar glukosa darah (y). Indeks glikemik ditentukan dengan membandingkan luas daerah di bawah kurva antara pangan yang diukur IG-nya dengan pangan acuan (glukosa murni) dikalikan 100 (Miller *et al.* 2003) (Natalia 2010).

### 3. Penyusunan buku kentang hitam dan potensi fungsionalnya



Gambar 12. Evaluasi komposisi kimiawi produk pembanding dan produk berbasis tepung kaya RS3





Gambar... Bagan Pembuatan buku Kentang hitam dan manfaatnya untuk kesehatan

Pembuatan kemasan untuk tepung kentang hitam kaya RS dan crackers berbasis tepung kentang hitam tinggi RS 3.

Gambar...Kemasan komersialisasi tepung kentang hitam kaya RS3 dengan nutrition fact dan komposisi kimiawi unggulan yang akan digunakan

Gambar...Contoh kemasan komersialisasi crackers kaya RS3 dengan nutrition fact, komposisi kimiawi unggulan yang akan digunakan



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **Tahun pertama**

##### **Kadar Resistant starch, amilosa dan pati**

Pengolahan Pangan merupakan proses yang sangat sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Umumnya bahan pangan diolah dengan beberapa tujuan, antara lain untuk mengawetkan, mengemas dan menyimpan serta untuk membuat produk yang dikehendaki dan menyiapkan makanan untuk dihidangkan (Harris dan Karmas, 1989).

Pemanasan pati disertai air berlebihan akan mengakibatkan pati mengalami gelatinisasi. Pendinginan pati yang telah tergelatinisasi dapat mengubah struktur pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi. Gelatinisasi dan retrogradasi yang sering terjadi pada pengolahan bahan berpati mempengaruhi pencernaan pati didalam usus halus (Marsono, 1998). Pendinginan pati yang telah tergelatinisasi dapat mengubah struktur pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi. Gelatinisasi dan retrogradasi yang sering terjadi pada pengolahan bahan berpati dapat mempengaruhi pencernaan pati di dalam usus halus (Englyst dan Cummings, 1986). Menurut Englyst dan Cummings (1987) didalam Marsono (1998) pemanasan pati disertai air berlebihan akan mengakibatkan pati mengalami gelatinisasi. Pendinginan pati yang telah tergelatinisasi dapat mengubah struktur pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi. Gelatinisasi dan retrogradasi yang sering terjadi pada pengolahan bahan berpati dapat mempengaruhi pencernaan pati di dalam usus halus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemasakan yang dikombinasi pendinginan dapat meningkatkan kadar pati resisten, amilosa dan pati kentang hitam (Tabel 4).

### **Pemilihan Perlakuan Terbaik**

Pemilihan alternatif perlakuan terbaik dilakukan untuk menentukan jenis tepung kentang hitam dengan perlakuan pengolahan yang menghasilkan kadar RS relatif tinggi, untuk dilanjutkan pada penelitian tahap kedua yaitu bioassay menggunakan tikus percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan pemasakan yang dikombinasi pendinginan dapat meningkatkan kadar pati resisten. Namun demikian dipilih 3 kombinasi proses pemasakan yang menyebabkan kenaikan kadar RS yaitu perebusan-pendinginan, pengukusan-pendinginan dan pengovenan-pendinginan.

Tabel 4. Kadar Resistent Starch, amilosa dan pati pada kentang hitam dengan perlakuan yang berbeda

| No | Perlakuan                 | K. Pati  | K. amilosa | Kadar RS |
|----|---------------------------|----------|------------|----------|
| 1  | Kukus                     | 62,3343% | 10,3011%   | 9,0242%  |
| 2  | Kukus, dingin(5°C) 24 jam | 69,8324% | 11,7943%   | 9,5011%  |
| 3  | Rebus                     | 67,1536% | 12,1655%   | 8,8485%  |
| 4  | Rebus, dingin(5°C) 24 jam | 69,8652% | 12,6225%   | 9,1096%  |
| 5  | Oven                      | 68,6621% | 15,2109%   | 9,0269%  |
| 6  | Oven, dingin(5°C) 24 jam  | 72,6187% | 16,0934%   | 9,0440%  |

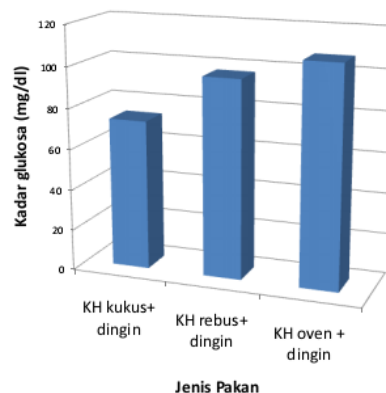
### **Bioassay resistant starch pada hewan coba**

Sebanyak 18 ekor tikus putih jenis Wistar (umur 2 bulan, berat rata-rata 110 g) diadaptasi selama 7 hari dengan cara menempatkan setiap tikus secara individu dalam kandang yang cukup cahaya, ventilasi, dan pada suhu kamar. Selama adaptasi, tikus diberi diet standar (AIN-93) dan minum secara ad libitum. Kemudian tikus-tikus tersebut dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok sesuai perlakuan, yang masing-masing terdiri dari 5 ekor tikus. Diet perlakuan dan air minum diberikan ad libitum selama 20 hari. Pada hari ke-21 (dua puluh satu) dilakukan pembedahan pada semua tikus dari tiap-tiap kelompok untuk pengambilan digesta yang ada di caecum untuk dianalisa

berat, volume, kadar air, pH dan kadar asam lemak rantai pendeknya (SCFA) serta pengambilan darah untuk dianalisa kadar kolesterol dan glukosa darah.

### Profil Glukosa

Hewan coba diberi konsumsi tiga jenis perlakuan. Berdasarkan Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa kentang hitam dengan 3 perlakuan terpilih (kukus, rebus dan oven yang dilanjutkan dengan pendinginan) memiliki kadar RS yang lebih tinggi daripada tanpa perlakuan lanjutan. Berdasarkan analisis RS, maka penurunan glukosa pada tikus yang diberi diet kentang hitam kukus dan dilanjutkan ke pendinginan lebih besar daripada diet kentang hitam rebus, dan oven hal ini berbanding lurus dengan kadar RS pada diet. Makin tinggi kadar RS, penurunan glukosa cenderung lebih besar dibandingkan kadar RS nya yang lebih rendah. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis, bahwa diet perlakuan pengukusan dan pendinginan berdampak pada penurunan glukosa lebih besar dibandingkan dengan diet dengan perebusan atau pengovenan yang dilanjutkan dengan pendinginan.



Gambar 8. Profil glukosa hewan coba selama konsumsi kentang hitam

Menurut Cumming, (1987), pati resisten adalah pati yang tahan pada digesti oleh enzim pencernanya pada individu yang sehat. Akibat resisten (tahan cerna) maka

glukosa yang dihasilkan juga sedikit, sehingga menyumbang rendahnya respon postprandial bagi makanan yang mengandung amilosa yang tinggi atau termasuk dalam resistant starch. Pati resisten tersebut juga telah dilaporkan bersifat hipoglisemik. Pati resisten diidentikkan dengan kadar amilosa sebab sifatnya yang sulit untuk didigesti oleh enzim pencernaan. RS menurunkan respon glikemik karena sifatnya yang kental seperti halnya serat pangan larut air sehingga menghambat absorpsi glukosa.

Sajilata et.al (2006) menyatakan bahwa makanan yang mengandung RS akan didigesti lambat, hal ini memberikan implikasi untuk pengendalian pelepasan glukosa. Metabolisme RS terjadi 5-7 jam setelah mengkonsumsi, dan hal ini kontras dengan pati yang dimasak (yang tidak termasuk dalam RS) dapat didigesti dengan segera. Digesti 5-7 jam akan mengurangi postprandial glikemia dan insulemia dan berpotensi untuk meningkatkan periode *satiety*. Penelitian menggunakan 10 orang sehat yang diberi diet 50 g pati bebas RS (0% RS) atau 50 g pati yang mengandung RS tinggi (54% RS) menunjukkan bahwa diet dengan kadar RS tinggi secara signifikan menurunkan postprandial konsentrasi glukosa darah, insulin dan epinephrine.

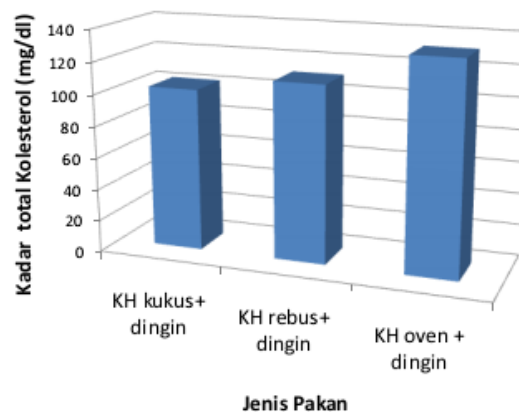
Penelitian lain, Reader and others (1997) menggunakan komersial RS3 glukosa darah secara signifikan lebih rendah daripada karbohidrat sederhana lainnya (oligosakarida dan pati lainnya). RS3 menurunkan postprandial glukosa darah dan memainkan peranan dalam menjaga pengendalian metabolic pada pasien diabetes tipe II.

Menurut Marc A. Brown Et.al (2003), menyatakan bahwa makanan yang mengandung amilosa lebih tinggi akan menghasilkan penurunan kadar glukosa yang signifikan dibandingkan yang mengandung amilosa lebih rendah baik pada makanan yang telah mengalami proses pengolahan ataupun belum. Hal itu ditunjukkan pada penelitiannya yang menggunakan amilosa 600 dan 850 g amilose/kg total pati mampu menurunkan kadar glukosa darah lebih rendah dibandingkan yang menggunakan amilosa 0 dan 270 g/kg total pati.

Peneliti lain Marie Louise et.al (1998) menyatakan bahwa pati yang mengandung amilosa yng tinggi menjadikan lebih sedikit dapat dicerna dibandingkan yang mengandung amilosa lebih rendah, ha ini dikarenakan adanya resistant starch. Akibatnya pelepasan glukosa juga sedikit. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa plasma glukosa setelah mengkonsumsi pati dengan amilosa tinggi lebih rendah 7% dibandingkan setelah mengkonsumsi pati dengan amilosa yang lebih rendah pada 45 menit postprandial, dan plasma insulin setelah konsumsi pati tinggi amilosa lebih rendah 28% daripada setelah mengkonsumsi pati yang amilosanya lebih rendah pada 75 menit postprandial.

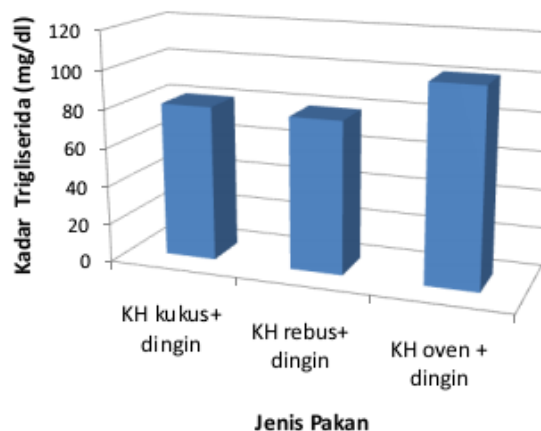
### **Profil Total kolesterol dan trigliserida**

Kholesterol termasuk salah satu sterol yang terdapat pada jaringan hewan. Dalam jaringan, kholesterol terutama berada dalam bentuk bebas (tidak teresterifikasi), juga dapat berikatan kovalen dengan asam lemak sebagai ester kholesterol atau berikatan dengan protein tertentu. Kholesterol bebas merupakan komponen membran sel yang penting dan berperan sebagai prekursor pembentukan asam empedu dan hormon steroid seperti estrogen, testoteron, dan aldosteron. Kadar kholesterol darah yang baik adalah di bawah 200 mg/dL.



Gambar 10. Profil total kolesterol hewan coba selama konsumsi kentang hitam

Setelah diberikan diet selama 20 hari dengan kentang hitam kukus, rebus dan oven yang dilanjutkan dengan proses pendinginan, menunjukkan bahwa total kolesterol, trigliserida dan LDL menunjukkan penurunan yang nyata.



Gambar 11. Profil kadar trigliserida hewan coba selama konsumsi kentang hitam

Trigliserida merupakan salah satu bentuk lipida yang terdapat pada darah dan bahan pangan. Trigliserida dihasilkan oleh hati (liver). Kadar trigliserida darah sebaiknya di bawah 100 mg/dL. Kadar trigliserida yang tinggi dapat menyebabkan penyakit jantung, misalnya coronary heart disease (CHD). Berdasarkan analisis statistik dapat diketahui bahwa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet pakan kentang hitam kukus+pendinginan, rebus+pendinginan dan oven+pendinginan. Tikus yang diberi diet kentang hitam kukus+pendinginan mengalami penurunan kadar trigliserida, total kolesterol dan lebih besar dibandingkan perlakuan menggunakan rebus +pendinginan dan oven+pendinginan.

Mekanisme resistant starch dalam menurunkan profil lipida adalah ;

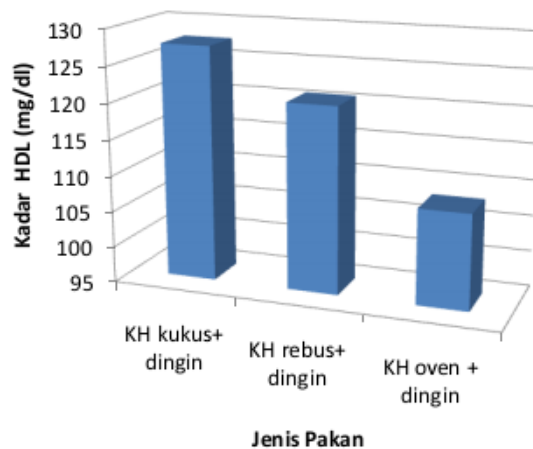
1. Resistant starch mengikat asam empedu dan meningkatkan ekskresi asam empedu melalui feses sehingga jumlah asam empedu yang digunakan lebih

sedikit. Untuk mengkompensasi ekstremitas asam empedu, hati mensintesis asam empedu baru dari kolesterol dan hal ini mengurangi tingkat kolesterol serum.

2. RS mengganti pool asam empedu dari cholic acid menjadi chenodeoxycholic acid. Chenodeoxycholic acid merupakan penghambat dari 3-hydroxy-3-methylglutaryl (HMG) CoA reductase, a regulatory enzyme yang diperlukan untuk biosintesis kolesterol. Aktivitas HMG CoA reduktase rendah mengakibatkan produksi kolesterol akan menurun. Dan hal itu menyebabkan kolesterol serum turun.
3. Dumat et.al (2008) bahwa RS mengikat asam empedu, meningkatkan viskositas isi usus halus sehingga dapat menghambat absorbs berbagai jenis makro-nutrient, termasuk lipida dan mereduksi absorpsi asam empedu dari usus halus melalui sirkulasi enterohepatik. Hal itu menyebabkan menurunnya jumlah total kolesterol (TC) yang diikuti dengan penurunan konsentrasi LDL. RS menghambat asam empedu dan steroid netral sehingga asam empedu dan steroid lebih banyak diekskresikan. Han et.al (2005), pakan yang mengandung RS meningkatkan mRNA hepatic kolesterol 7 $\alpha$ -hydroxylase dan meningkatkannya asam empedu serta steroid yang diekskresikan bersama feses.

### **Profil HDL**

HDL (*High Density Lipoprotein*) merupakan salah satu lipoprotein yang bertugas mengambil kolesterol dari jaringan ke hati dan membuangnya keluar tubuh. HDL sering disebut sebagai kolesterol baik. Kadar HDL darah sebaiknya di atas 60 mg/dL. Bila kadar HDL di bawah 40 mg/dL, maka dapat memicu timbulnya penyakit jantung.



Gambar 12. Profil kadar HDL hewan coba selama konsumsi kentang hitam

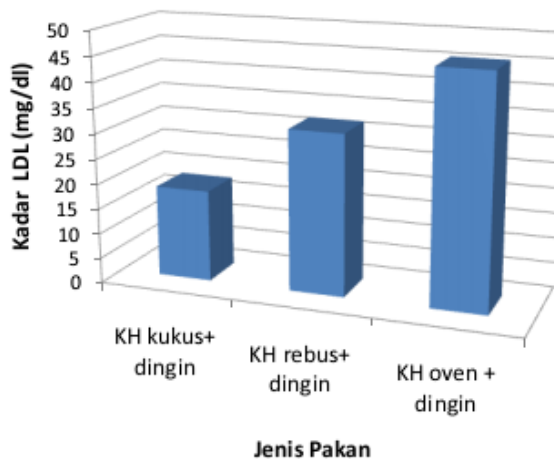
Berdasarkan analisis statistic dapat diketahui bahawa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet kentang hitam kukus+pendinginan, kentang hitam rebus +pendinginan dan kentang hitam oven+pendinginan. Polisakarida yang viskus dapat menghambat laju penyerapan gluosa dan sterol di usus. Sifat viskus dipercaya menaikkan ketebalan lapisan antara makanan dan permukaan brush-border di dalam usun halus sehingga mencegah absorbs zat gizi. Pakan yang diberikan memiliki efek dalam menurunkan profil lipida :

1. Peningkatan asam empedu dan sterol yang dieksresikan bersama feses
2. Meningkatnya produksi asam empedu sebagai akibat dari peningkatan asam empedu yang dieksresikan bersama feses
3. Peningkatan produksi hasil fermentasi seperti propionate, yang dapat menghambat proses sintesis kolesterol. Peningkatan rasio molar propionate dan butirat akan menurunkan rasio molar asetat, sehingga jumlah kolesterol yang disintesis juga menurun, karena asam asetat merupakan precursor sintesis kolesterol dalam tubuh.



### LDL (Low Density Lipoprotein)

LDL (*Low Density Lipoprotein*) merupakan salah satu lipoprotein yang bertugas mengangkut kolesterol ke jaringan termasuk arteri. LDL sering disebut sebagai kolesterol jahat. Sebagian besar kolesterol darah berada dalam bentuk LDL. Kadar LDL darah sebaiknya di bawah 100 mg/dL. Bila kadar LDL di atas 130 mg/dL, maka dapat memicu timbulnya penyakit jantung



Gambar 13. Profil kadar LDL hewan coba selama konsumsi kentang hitam

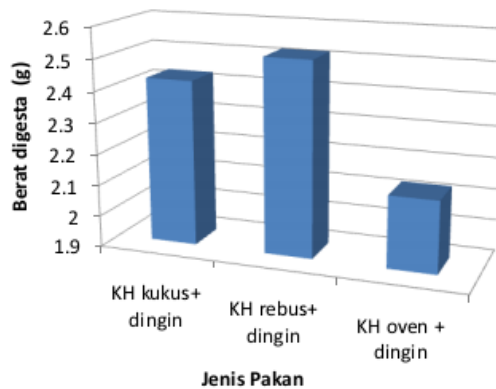
Berdasarkan analisis statistik dapat diketahui bahwa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet standar kentang hitam kukus+pendinginan, rebus+pendinginan, oven+pendinginan.

Pengaruh diet terhadap profil glukosa dan lipida pada tikus menunjukkan bahwa pemberian diet kentang hitam kukus+pendinginan, rebus+pendinginan dan oven+pendinginan memberikan dampak yang positif terhadap profil glukosa dan profil lipida. Hal itu dapat diketahui dari trend parameter kadar glukosa, total kolesterol (TC), trigliserida (TG) dan LDL yang menunjukkan trend normal. Sedangkan parameter HDL menunjukkan peningkatan.

## Analisis Digesta

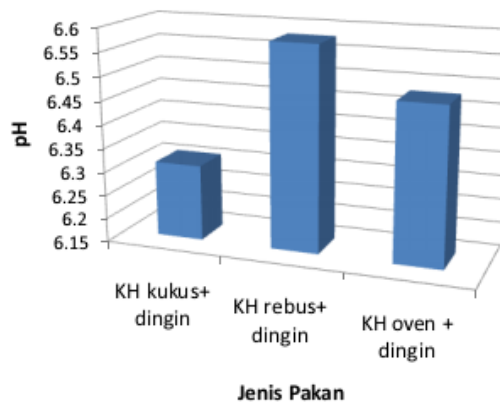
### Berat digesta dan kadar air

Hasil analisis data terhadap berat digesta menunjukkan bahwa diet kentang hitam kukus+pendinginan, rebus+pendinginan dan oven+pendinginan dapat berpengaruh pada berat digesta.



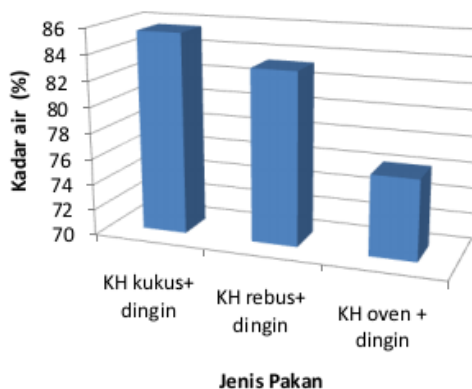
Gambar 14. Berat digesta hewan coba setelah 20 hari perlakuan

Gambar 14. menunjukkan bahwa diet dengan kadar resistant starch yang lebih tinggi yaitu kentang hitam yang dikukus+pendinginan memiliki kecenderungan memiliki berat digesta yang tinggi, pH rendah dan kadar air tinggi.



Gambar 15. pH digesta hewan coba setelah 20 hari perlakuan

Kadar air digesta merupakan refleksi dari kapasitas pengikatan air (Water Holding Capacity= WHC) dari komponen diet, terutama polisakarida. Kemampuan mengikat air dari polisakarida ditentukan oleh struktur kimia polisakarida, species dan anatomi dari sumber bahan. (Eastwood and Mitchell, 1976), disamping itu juga dipengaruhi oleh ukuran partikel dan pH. Kenaikan kadar air digesta pada kelompok tikus dengan diet kentang hitam kukus+dingin, diduga disebabkan oleh tingginya kadar RS yang tahan cerna oleh enzim pencernaan. Data mengenai kadar air dan berat digesta pada tikus yang diberi diet Kentang hitam kukus+pendinginan, rebus+pendinginan dan oven+pendinginan dapat memberikan gambaran bahwa bahan ini cukup baik sebagai suplemen yang dapat mencegah konstipasi dan divertikulus yang ditimbulkan karena feses yang terlalu keras.



Gambar 16. Kadar air digesta setelah 20 hari perlakuan

Analisis yang dilakukan pada digesta adalah analisis asam lemak rantai pendek (SCFA). Hasil analisis terhadap asetat, propionate dan butirat menunjukkan bahwa asetat, propionate dan butirat mempunyai porsi paling tinggi pada diet pakan tepung kentang hitam kukus+pendinginan.

Tabel 5. Profil short chain fatty acid pada tiga perlakuan tepung kentang hitam

| <b>Jenis Diet</b>     | <b>Asam asetat<br/>(ml Mol)</b> | <b>Asam propionate<br/>(ml Mol)</b> | <b>Asam butirat<br/>(ml Mol)</b> |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| KH kukus + dingin 5°C | 77.76±1.05                      | 34.86±0.98                          | 18.35±1.10                       |
| KH rebus + dingin 5°C | 67.25±1.59                      | 32.39± 1.04                         | 12.96±0.95                       |
| KH oven + dingin 5°C  | 73.41±0.97                      | 30.35±1.01                          | 6.29±0.2                         |

Profil asam lemak rantai pendek dipengaruhi oleh sumber serat/pati sehingga tingkat fermentasi substrat juga bervariasi yang mengakibatkan aktivitas mikrobial didalam caecum berbeda-beda antar individu. Misalkan dengan Rasio molar SCFA Asetat : propionate : butirat pada sumber serat ampas tahu : tempe gembus : selulosa adalah 61.34 : 28.48 : 8.97; 65.41 : 26.96 : 7.56 ; 60.26 : 31.43 : 8.31 (Sofi et.al,1999). Hasil penelitian Kleesen et.al (1997) yang menggunakan RS1 (campuran waxy maize starch dan native potato starch) dan RS2 ( campuran waxy maize starch dan modified potato starch) menunjukkan rasio molar SCFA (asetat:propionate:butirat) : 67 : 19.3 : 13.7 dan 63.6 : 27.6 : 8.8. Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sumber serat akan berpengaruh pada rasio molar SCFA yang dihasilkan.

Penemuan terakhir menunjukkan bahwa asetat yang dihasilkan oleh fermentasi serat berpengaruh terhadap sensitivitas insulin yang menguntungkan dari diet tinggi serat dibandingkan pada control glikemik (Anderson et.al, 1991). Menurut Bourquin et.al, (1992) propionate digunakan terutama oleh liver dan dianggap sebagai modulator potensial untuk sintesis kolesterol.

Konsumsi serat atau resistant starch akan menghasilkan SCFA yang akan dimetabolismekan pada tiga area utama di tubuh yaitu :

1. Sel dari ceco-colonic ephitelium : menggunakan butirat sebagai substrat utama untuk memelihara jalur produksi energy

2. Sel hati : metabolisme residual butirat dengan propionate yang digunakan untuk glukoneogenesis; 50-70% asetat juga digunakan di hati.
3. Sel otot : menghasilkan energy dari oksidasi residual asetat.

Peranan SCFA sebagai nutrient untuk ephithelium colon, sebagai modulator colon dan intraselular pH, volume sel, dan fungsi lain yang diasosiasikan dengan transport ion dan pengaturan proliferasi, diferensiasi dan ekspresi gen. (cook and Sellin, 1998). Peningkatan SCFA menghasilkan penurunan pH, yang secara tidak langsung akan mempengaruhi komposisi microflora di colon, meningkatkan absorpsi mineral dan mengurangi absorbs ammonia dengan disosiasi proton ammonia dan amines yang lain.

Pemberian diet tepung ketang hitam kukus+pendinginan, rebus+pendinginan, oven+pendinginan hitam dapat menurunkan pH digesta tikus secara signifikan dibandingkan dengan diet control. Penurunan pH tersebut disebabkan karena meningkatnya komponen serat yang tidak tercerna secara enzimatik sepanjang usus sehingga akan lolos sampai caecum, sehingga terjadi peningkatan aktivitas mikroorganisme yang ada di caecum untuk memproduksi SCFA sehingga akan mempengaruhi pH cairan. Hasil penelitian Schneeman (1986) menyatakan bahwa proses fermentasi serat dapat menurunkan pH usus besar dan akan mempengaruhi metabolisme mikrobial.

### **Pembuatan Produk**

Produk (crackers) dibuat dari tepung kentang hitam dengan perlakuan yang menunjukkan respon positif dalam bioassay. Berdasarkan analisis bioassay, maka yang dipilih untuk pembuatan crackers adalah tepung kentang hitam dengan proses pengukusan yang dilanjutkan dengan pendinginan.

Tabel 6. Formula pembuatan crackers berbasis tepung kentang hitam tinggi resistant starch tipe 3

| Bahan             | Kontrol       | Formula I<br>(15%) | Formula II<br>(20%) | Formula III<br>(25%) |
|-------------------|---------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Tepung terigu     | 187,5         | 159,375            | 150                 | 150                  |
| Tepung RS KH      | -             | 28,125             | 37,5                | 46,875               |
| Yeast             | 9,56          | 9,56               | 9,56                | 9,56                 |
| Garam             | 1,25          | 1,25               | 1,25                | 1,25                 |
| Baking soda       | 1,15          | 1,15               | 1,15                | 1,15                 |
| Cream of tartar   | 1,19          | 1,19               | 1,19                | 1,19                 |
| Air panas         | 166,67        | 166,67             | 166,67              | 166,67               |
| Molase            | ¼ sdt         | ¼ sdt              | ¼ sdt               | ¼ sdt                |
| Mentega putih     | 2 sdm (26 g)  | 2 sdm (26 g)       | 2 sdm (26 g)        | 2 sdm (26 g)         |
| Butter dilelehkan | 2 sdm (30 ml) | 2 sdm (30 ml)      | 2 sdm (30 ml)       | 2 sdm (30 ml)        |

Pembuatan produk dilakukan dengan tiga formula dan satu control. Berdasarkan evaluasi yang meliputi tekstur, aroma, rasa maka dipilih Formula II yang akan dikembangkan menjadi crackers yang akhirnya akan masuk pada uji penerimaan konsumen. Validasi produk diperoleh formula II yang terpilih dari tekstur, ditambah abon cabe : 4 gram, pewarna oranye 14 tetes. Penambahan tepung terigu saat pengulian (5 gram) dan rolling (5 gram). Pengovenan 150°C diturunkan menjadi 130°C. Produk yang dibuat kemudian diuji panelis tidak terlatih sebanyak 80 orang dengan penilaian: 1 untuk sangat disukai; 2 untuk disukai; 3 untuk tidak disukai dan 4 untuk sangat tidak disukai. Hasil uji penerimaan berdasarkan kesukaan terhadap produk adalah bahwa produk tersebut diterima/disukai oleh panelis. Rasa: 2,1; warna: 2.05; aroma: 2.06; tekstur: 2.03; dan keseluruhan: 1.94. Hal itu berarti, crackers yang dibuat disukai oleh panelis tidak terlatih.

### **Analisis proksimat dan kadar resistant starch crackers**

Analisis gizi dan resistant starch pada crackers terdapat pada Tabel 3

Tabel 3. Analisis proksimat, dan resistant starch crackers kentang hitam

| Parameter                | Kadar (%) |
|--------------------------|-----------|
| Kadar air                | 6,1009    |
| Kadar abu                | 2,7646    |
| Protein                  | 11,2643   |
| Lemak                    | 8.9132    |
| Karbohidrat              | 70,9570   |
| Amilosa                  | 10,6663   |
| Resistant starch         | 15,3669   |
| Resistant starch kontrol | 7,3452    |

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa cracekers kentang hitam memiliki kandungan gizi yaitu protein, lemak dan karbohidrat. Crackers yang dibuat memiliki kandungan resistant starch yang lebih tinggi daripada bahan pensubstitusi (tepung kentang hitam). Hal ini membuktikan bahwa adanya bahan yang lain (terigu) dan proses pengolahan bertahap akan meningkatkan kandungan resistant starch. Pada proses pembuatan ini dilakukan pengovenan yang dapat menyebabkan peningkatan kadar resistant starch pada crackers.

Tahun Kedua

## **DIABETES MELLITUS**

### **1. Konsumsi pakan**

Konsumsi pakan diamati setiap hari dengan pemberian pakan setiap pagi sebanyak 20 gram. Pakan yang dibuat berdasarkan perlakuan yang ditetapkan

diberikan setelah tikus diinjeksi alloksan dan dinyatakan diabetes. Jumlah asuipan pakan standar, tepung kaya resistant starch tipe 3, dan crackers kentang hitam diberikan setiap hari sampai 28 hari.

Tabel 2. Komposisi pakan sebagai diet tikus wistar

| Jenis komponen pakan             | Diet standar | Diet tepung kentang hitam tinggi RS tiep 3 | Diet crackers kentang hitam |
|----------------------------------|--------------|--|-----------------------------|
| Corn starch (gram)               | 560,70       |  |                             |
| Kasein (gram)                    | 200,00       |  |                             |
| Minyak jagung (gram)             | 40,00        |  |                             |
| Sukrosa (gram)                   | 100,00       |  |                             |
| Mineral MIX (gram)               | 35,00        |  |                             |
| Selulosa (gram)                  | 50,00        |  |                             |
| L-cystein (gram)                 | 1,80         |  |                             |
| Vitamin MIX (gram)               | 10,00        |  |                             |
| Cholin bitartrat (gram)          | 2,50         |  |                             |
| Pakan standar AIN-93 (80%)(gram) | 0,00         |  |                             |
| Kentang hitam rebus              | 0,00         | 1000.00                                    |                             |
| Flake kentang hitam              | 0,00         |  | 1000.00                     |
| TOTAL PAKAN (gram)               | 1000,00      | 1000,00                                    | 1000,00                     |

## 2. Profil glukosa serum

Beberapa sumber oksidatif stress pada pathogenesis diabetes dan komplikasi diabetes saat ini ekstensif diteliti baik pada hewan coba maupun secara klinis. Penelitian saat ini ditemuka bahwa terdapat peningkatan ROS atau peroksidasi lipida dan oksidatif stress pada beberapa model hewan coba. Alloxan menyebabkan terjadinya radikal bebas yang menyebabkan terjadinya kerusakan sel. Alloxan adalah



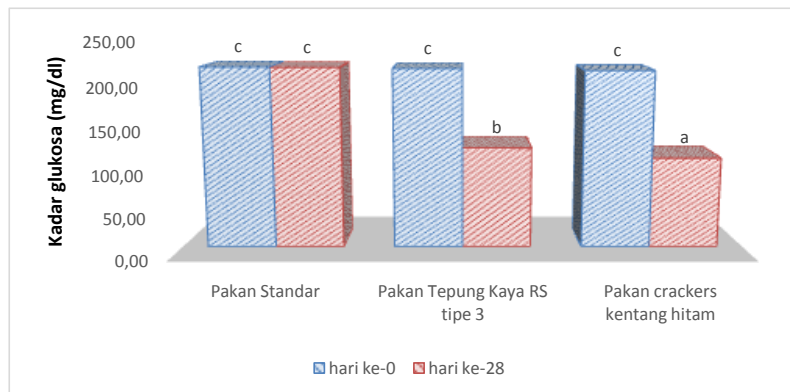
penyebab diabetes kimiawi yang menurunkan keberadaan glutathione melalui radika alloxan menjadi dialuric acid. Selama proses redoks, ROS terbentuk dan menyebabkan kerusakan sel beta pada pulau langerhans. ( Lukacinova,2008).

Tabel 3. Kadar glukosa darah tikus sebelum dan sesudah injeksi alloxan (mg/dl)

| Diet                           | Hari ke-0    | Hari ke-28   |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Standar                        | 217,56±6,75c | 217,02±5,20c |
| Tepung Kentang Hitam Kaya RS 3 | 215,50±7,85c | 121,43±5,91b |
| Crackers Kentang Hitam         | 213,26±2,70c | 108,99±3,52a |

Ket: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tingkat signifikansi 5%

Setelah masa adaptasi, tikus diinduksi diabetes pada hari ke-0 dengan injeksi alloxan. Selama itu tikus tetap diberi pakan standar hingga terjadi kenaikan kadar glukosa serum pada hari ke 2 dengan kadar glukosa serum diatas 200 mg/dl. Pengaruh pemberian pakan diet standard (pati jagung), tepung kentang kentang hitam kaya RS tipe 3, dan cracker kentang hitam dapat dilihat pada Gambar 40. Pengujian glukosa serum dilakukan pada hari ketiga setelah injeksi alloxan (dijadikan hari ke-0) dan hari ke-28 setelah injeksi alloxan.



Gambar 8. Profil Glukosa darah pada hewan coba selama 28 hari pemeliharaan

Tikus yang menderita diabetes setelah pemberian pakan baik standard, pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam menunjukkan penurunan kadar glukosa serum yang signifikan dan mengarah pada kadar glukosa serum tikus normal setelah perlakuan selama 28 hari. Berdasarkan analisis statistic dapat diketahui bahawa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet pakan standard dengan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam. Tikus yang diberi diet standard tidak mengalami penurunan kadar glukosa serum yang signifikan. Penurunan glukosa serum pada kelompok pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 adalah 43,70%. sedangkan pakan crackers kentang hitam adalah 48,9%. Pada pakan standard tidak terjadi penurunan glukosa serum. Data ini menunjukkan bahwa jenis pati dalam kaitannya dengan resistant starch dan kadar amilosa yang lebih tinggi berpotensi untuk menurunkan glukosa serum daripada pati jagung biasa yang memiliki kadar amilosa lebih rendah. Hal ini sejalan dengan hasil

analisis kadar resistant starch pada jenis pakan yang digunakan dalam penelitian ini, terlihat pada Tabel 20.

Tabel 4. Kadar RS pada tepung kentang hitam tinggi RS tipe 3 dan crackers kentang hitam

| No. | Jenis Pati                          | Kadar RS (%)        |
|-----|-------------------------------------|---------------------|
| 1   | Tepung kentang Hitam kaya RS tipe 3 | $9,50 \pm 0.9570^a$ |
| 2   | crackers kentang hitam              | $15,37 \pm 0.0724b$ |

Ket: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tingkat signifikansi 5%

Berdasarkan Tabel 20 tersebut dapat dijelaskan bahwa tepung kentang hitam kaya RS Tipe 3 memiliki kadar RS 9,508% sedangkan crackers kentang hitam 15,37%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengolahan dan interaksi dengan bahan penyusun lainnya pada pembuatan crackers kentang hitam akan meningkatkan kadar RS nya. Pati yang telah mengalami proses pengolahan menjadi crackers memiliki kadar RS yang lebih tinggi dibandingkan kentang hitam rebus. Hal itu disebabkan dengan adanya pengolahan maka pati akan mengalami gelatinisasi, namun gelatinisasi tersebut tidak sempurna karena ketersediaan air sedikit. Ketika dilakukan pendinginan maka terjadi retrogradasi pati yang mengakibatkan kadar resistant starch semakin meningkat. Tingkat retrogradasi tersebut berbanding lurus dengan kadar resistant starch dalam pati. Menurut Sajilata et.al. (2006), makin tinggi kadar RS makin tinggi kemungkinan terjadinya retrogradasi.

Berdasarkan analisis RS, maka penurunan glukosa pada tikus yang diberi diet crackers kentang hitam lebih besar daripada diet kentang hitam rebus, hal ini berbanding lurus dengan kadar RS pada diet. Makin tinggi kadar RS nya maka makin tinggi penurunan glukosa pada tikus yang menderita diabetes. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis, bahwa diet crackers kentang hitam berdampak pada penurunan glukosa lebih besar dibandingkan dengan diet tepung kentang hitam kaya RS tipe 3.

Menurut Cumming, (1987), pati resisten adalah pati yang tahan pada digesti oleh enzim pencernanya pada individu yang sehat. Akibat resisten (tahan cerna) maka glukosa yang dihasilkan juga sedikit, sehingga menyumbang rendahnya respon postprandial bagi makanan yang mengandung amilosa yang tinggi atau termasuk dalam resistant starch. Pati resisten tersebut juga telah dilaporkan bersifat hipoglisemik. Pati resisten diidentikkan dengan kadar amilosa sebab sifatnya yang sulit untuk didigesti oleh enzim pencernaan. RS menurunkan respon glisemik karena sifatnya yang kental seperti halnya serat pangan larut air sehingga menghambat absorpsi glukosa.

Sajilata et.al (2006) menyatakan bahwa makanan yang mengandung RS akan didigesti lambat, hal ini memberikan implikasi untuk pengendalian pelepasan glukosa. Metabolisme RS terjadi 5-7 jam setelah mengkonsumsi, dan hal ini kontras dengan pati yang dimasak (yang tidak termasuk dalam RS) dapat didigesti dengan segera. Digesti 5-7 jam akan mengurangi postprandial glikemia dan insulemia dan berpotensi untuk meningkatkan periode *satiety*. Penelitian menggunakan 10 orang sehat yang diberi diet 50 g pati bebas RS (0% RS) atau 50 g pati yang mengandung

RS tinggi (54% RS) menunjukkan bahwa diet dengan kadar RS tinggi secara signifikan menurunkan postprandial konsentrasi glukosa darah, insulin dan epinephrine.

Penelitian lain, Reader and others (1997) menggunakan komersial RS3 glukosa darah secara signifikan lebih rendah daripada karbohidrat sederhana lainnya (oligosakarida dan pati lainnya). RS3 menurunkan postprandial glukosa darah dan memainkan peranan dalam menjaga pengendalian metabolic pada pasien diabetes tipe II.

Menurut Marc A. Brown Et.al (2003), menyatakan bahwa makanan yang mengandung amilosa lebih tinggi akan menghasilkan penurunan kadar glukosa yang signifikan dibandingkan yang mengandung amilosa lebih rendah baik pada makanan yang telah mengalami proses pengolahan ataupun belum. Hal itu ditunjukkan pada penelitiannya yang menggunakan amilosa 600 dan 850 g amilose/kg total pati mampu menurunkan kadar glukosa darah lebih rendah dibandingkan yang menggunakan amilosa 0 dan 270 g/kg total pati.

Peneliti lain Marie Louise et.al (1998) menyatakan bahwa pati yang mengandung amilosa yng tinggi menjadikan lebih sedikit dapat dicerna dibandingkan yang mengandung amilosa lebih rendah, ha ini dikarenakan adanya resistant starch. Akibatnya pelepasan glukosa juga sedikit. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa plasma glukosa setelah mengkonsumsi pati dengan amilosa tinggi lebih rendah 7% dibandingkan setelah mengkonsumsi pati dengan amilosa yang lebih rendah pada 45 menit postprandial, dan plasma insulin setelah konsumsi

pati tinggi amilosa lebih rendah 28% daripada setelah mengkonsumsi pati yang amilosanya lebih rendah pada 75 menit postprandial.

Penelitian ini menunjukkan bahwa tepung kentang hitam kaya resisten starch mampu menurunkan kadar glukosa secara signifikan, sehingga tepung ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan makanan yang memiliki tujuan untuk manajemen profil glukosa.

### **3. Kadar Total kolesterol**

Kolesterol termasuk salah satu sterol yang terdapat pada jaringan hewan. Dalam jaringan, kolesterol terutama berada dalam bentuk bebas (tidak teresterifikasi), juga dapat berikatan kovalen dengan asam lemak sebagai ester kolesterol atau berikatan dengan protein tertentu. Kolesterol bebas merupakan komponen membran sel yang penting dan berperan sebagai prekursor pembentukan asam empedu dan hormon steroid seperti estrogen, testosteron, dan aldosteron. Kadar kolesterol darah yang baik adalah di bawah 200 mg/dL.

Penyakit diabetes memiliki dampak terhadap metabolisme lipida, dimana salah satu dampak dari penyakit diabetes adalah terjadinya peningkatan kadar profil lipida baik total kolesterol, trigliserida, LDL. Pada penelitian ini menggunakan hewan coba yang diberi diet pakan standar, kentang hitam rebus dan flake kentang hitam. Setelah diberikan diet kentang hitam rebus dan flake kentang hitam sampai 28 hari menunjukkan bahwa total kolesterol, trigliserida dan LDL menunjukkan penurunan

yang nyata dibandingkan dengan control yang diberi diet standar (pati jagung). Hal itu dapat dilihat pada Tabe 21..

Tabel 5. Total kolesterol pada tikus sebelum dan sesudah injeksi alloxan

| Diet                          | Hari ke-0      | Hari ke-28   |
|-------------------------------|----------------|--------------|
| Standar                       | 216,07±10,05e  | 171,83±2,91c |
| Tepung Kentang Hitam Kaya RS3 | 206,90±5.50d   | 121,30±2.72b |
| Crackers kentang hitam        | 209.96±4.15d,e | 105,03±4,31a |

Ket: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tingkat signifikansi 5%

Berdasarkan Tabel 21. Tikus yang menderita diabetes setelah pemberian pakan baik standard, pakan kentang hitam rebus dan flake kentang hitam menunjukkan penurunan kadar total kolesetrol setelah hari kesembilan injeksi alloxan atau tujuh hari setelah tikus dinyatakan menderita diabetes. Berdasarkan analisis statistic dapat diketahui bahawa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet pakan standard dengan kentang rebus dan flake kentang hitam. Tikus yang diberi diet standard tidak mengalami penurunan kadar total kolesterol serum, sedangkan penurunan terjadi pada diet kentang hitam rebus dan flake kentang hitam. Penurunan total kolesterol pada kelompok pakan kentang hitam rebus adalah 44%. sedangkan pakan flake kentang hitam adalah 52%. Pada pakan standard penurunan total kolseterol 21%.



Gambar 9. Profil Total Kolesterol Hewan Coba selama Pemeliharaan 28 Hari

Penurunan kolesterol pada tikus yang diberi diet tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam berkaitan

#### 4. Triglicerida

Triglicerida merupakan salah satu bentuk lipida yang terdapat pada darah dan bahan pangan. Triglicerida dihasilkan oleh hati (liver). Kadar triglicerida darah sebaiknya di bawah 100 mg/dL. Kadar triglicerida yang tinggi dapat menyebabkan penyakit jantung, misalnya coronary heart disease (CHD).



Tabel 6. Kadar Trigliserida pada tikus sebelum dan setelah injeksi alloxan

| Diet                          | Hari ke-0      | Hari ke-28   |
|-------------------------------|----------------|--------------|
| Standar                       | 120.94±8.88d   | 112,19±3,29c |
| Tepung Kentang Hitam Kaya RS3 | 113.63±5.79c,d | 78,86±2,09b  |
| Crackers Kentang Hitam        | 115.61±3.21c,d | 65,17±2,90a  |

Ket: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tingkat signifikansi 5%

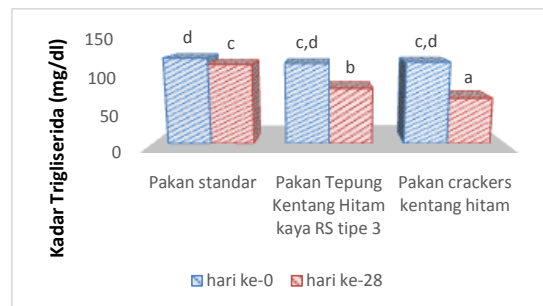
Tikus yang menderita diabetes setelah pemberian pakan baik standard, pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam menunjukkan penurunan kadar trigliserida secara signifikan. Berdasarkan analisis statistic dapat diketahui bahwa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet pakan standard dengan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam. Tikus yang diberi diet standard tidak mengalami penurunan kadar trigliserida serum, sedangkan penurunan terjadi pada diet tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam. Penurunan trigliserida pada kelompok pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 adalah 30,60%. sedangkan pakan crackers kentang hitam adalah 43,63%. Pada pakan standard penurunan trigliserida sebesar 7,23%.

Hal ini berkaitan dengan adanya kandungan resistant starch. Mekanisme resistant starch dalam menurunkan profil lipida adalah ;

4. Resistant starch mengikat asam empedu dan meningkatkan ekskresi asam empedu melalui feses sehingga jumlah asam empedu yang digunakan lebih

sedikit. Untuk mengkompensasi ekstresi asam empedu, hati mensintesis asam empedu baru dari kolesterol dan hal ini mengurangi tingkat kolesterol serum.

5. RS mengganti pool asam empedu dari cholic acid menjadi chenodeoxycholic acid. Chenodeoxycholic acid merupakan penghambat dari 3-hydroxy-3-methylglutaryl (HMG) CoA reductase, a regulatory enzyme yang diperlukan untuk biosintesis kolesterol. Aktivitas HMG CoA reduktase rendah mengakibatkan produksi kolesterol akan menurun. Dan hal itu menyebabkan kolesterol serum turun.



Gambar 10. Profil Trigliserida Hewan Coba selama Pemeliharaan 28 Hari

Damat et.al (2008) bahwa RS mengikat asam empedu, meningkatkan viskositas isi usus halus sehingga dapat menghambat absorbs berbagai jenis makro-nutrient, termasuk lipida dan mereduksi absorpsi asam empedu dari usus halus melalui sirkulasi enterohepatik. Hal itu menyebabkan menurunnya jumlah total kolesterol (TC) yang diikuti dengan penurunan konsentrasi LDL. RS menghambat asam empedu dan steroid netral sehingga asam empedu dan steroid lebih banyak

dieksresikan. Han et.al (2005), pakan yang mengandung RS meningkatkan mRNA hepatic kolesterol 7 $\alpha$ -hydroxylase dan meningkatnya asam empedu serta steroid yang dieksresikan bersama feses.

## 5. HDL (High Density Lipoprotein)

HDL (*High Density Lipoprotein*) merupakan salah satu lipoprotein yang bertugas mengambil kholesterol dari jaringan ke hati dan membuangnya keluar tubuh. HDL sering disebut sebagai kholesterol baik. Kadar HDL darah sebaiknya di atas 60 mg/dL. Bila kadar HDL di bawah 40 mg/dL, maka dapat memicu timbulnya penyakit jantung.

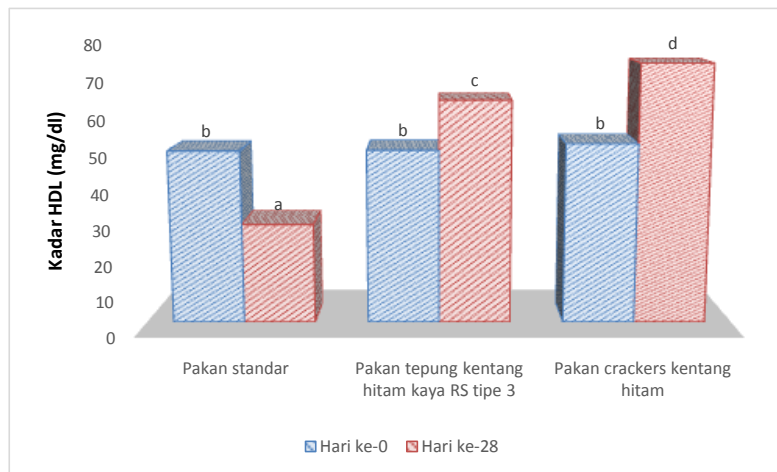
Tabel 7. Kadar HDL pada tikus sebelum dan sesudah injeksi alloxan

| Diet                          | Hari ke-0         | Hari ke-28        |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| Standar                       | 49,52 $\pm$ 2.48b | 28,52 $\pm$ 4.18a |
| Tepung Kentang Hitam Kaya RS3 | 49.73 $\pm$ 1.76b | 63.78 $\pm$ 1,87c |
| Crackers Kentang Hitam        | 51.56 $\pm$ 4.03b | 74,01 $\pm$ 2.95d |

Ket: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tingkat signifikansi 5%

Tikus yang menderita diabetes setelah pemberian pakan baik standard, pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam menunjukkan peningkatan kadar HDL secara signifikan. Berdasarkan analisis statistic dapat diketahui bahawa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet standar dengan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam. Peningkatan kadar

HDL pada kelompok pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 adalah 28.26%. sedangkan pakan crackers kentang hitam adalah 43.54%. Namun pada diet pakan standar mengalami penurunan kadar HDL sebesar 42,40%.



Gambar 11. Profil HDL Hewan Coba selama Pemeliharaan 28 Hari

Polisakarida yang viskus dapat menghambat laju penyerapan glukosa dan sterol di usus. Sifat viskus dipercaya menaikkan ketebalan lapisan antara makanan dan permukaan brush-border di dalam usus halus sehingga mencegah absorbs zat gizi. Pakan yang diberikan memiliki efek dalam menurunkan profil lipida :

4. Peningkatan asam empedu dan sterol yang dieksresikan bersama feses
5. Meningkatnya produksi asam empedu sebagai akibat dari peningkatan asam empedu yang dieksresikan bersama feses

6. Peningkatan produksi hasil fermentasi seperti propionate, yang dapat menghambat proses sintesis kolestrol. Peningkatan rasio molar propionate dan butirrat akan menurunkan rasio molar asetat, sehingga jumlah kolestrol yang disintesis juga menurun, karena asam asetat merupakan precursor sintesis kolesterol dalam tubuh.

## 6. LDL (Low Density Lipoprotein)

LDL (*Low Density Lipoprotein*) merupakan salah satu lipoprotein yang bertugas mengangkut kholesterol ke jaringan termasuk arteri. LDL sering disebut sebagai kholesterol jahat. Sebagian besar kholesterol darah berada dalam bentuk LDL. Kadar LDL darah sebaiknya di bawah 100 mg/dL. Bila kadar LDL di atas 130 mg/dL, maka dapat memicu timbulnya penyakit jantung

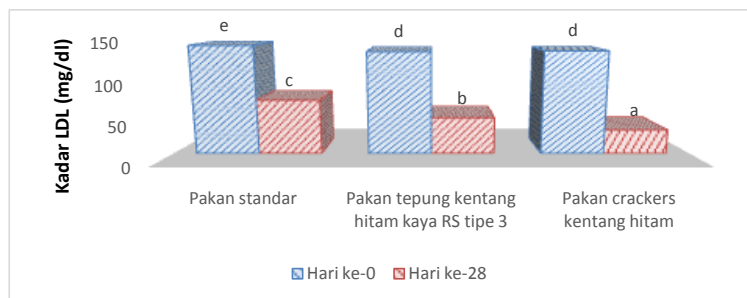
Tabel 8. Kadar LDL pada tikus sebelum dan sesudah diinjeksi dengan alloxan

| Diet                          | Hari ke-0    | Hari ke-28  |
|-------------------------------|--------------|-------------|
| Standar                       | 142.37±37e   | 71,27±4,09c |
| Tepung Kentang Hitam Kaya RS3 | 134,45±4,43d | 48,07±2,62b |
| Crcakers Kentang Hitam        | 135,27±5,26d | 31,87±1,37a |

Ket: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tingkat signifikansi 5%

Tikus yang menderita diabetes setelah pemberian pakan baik standard, pakan kentang hitam rebus dan flake kentang hitam menunjukkan penurunan kadar LDL

setelah hari kesembilan injeksi alloxan atau tujuh hari setelah tikus dinyatakan menderita diabetes. Berdasarkan analisis statistic dapat diketahui bahawa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet standar dengan kentang hitam rebus dan flake kentang hitam. Penurunan kadar LDL pada kelompok pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 adalah 64,25%. sedangkan pakan crackers kentang hitam adalah 76,44%. Sedangkan pakan standar turun sebesar 49,95%.



Gambar 12. Profil LDL Hewan Coba selama Pemeliharaan 28 Hari

Pengaruh diet terhadap profil glukosa dan lipida pada tikus yang menderita diabetes mellitus seperti terdapat pada Tabel. Berdasarkan table tersebut dapat diketahui bahwa pemberian diet kentang hitam rebus dan flake kentang hitam memberikan dampak yang positif terhadap profil glukosa dan profil lipida pada tikus yang menderita diabetes. Hal itu dapat diketahui dari trend parameter kadar glukosa, total kolesetrol (TC), trigliserida (TG) dan LDL yang menunjukkan trend menurun dan mendekati kadar pada tikus yang normal. Sedangkan parameter HDL menunjukkan peningkatan mendekati kadar HDL normal.

Perbaikan profil glukosa dan lipida pada tikus diabetes berkaitan dengan sifat fungsional dari tepung kentang hitam kaya resistant starch dan crackers kentang hitam yang memiliki kandungan resistant starch yang tinggi. Kadar RS pada crackers KH lebih tinggi dibandingkan bahan bakunya yaitu tepung kentang hitam, hal ini memiliki implikasi pada profil glukosa dan lipida pada hewan coba yang diberi diet makanan tersebut. Hewan coba yang diberi diet dengan pakan crackers kentang hitam memiliki profil glukosa dan lipida yang lebih baik dibandingkan yang diberi diet tepung kentang hitam, sebab RS berperan dalam penurunan kadar glukosa dan total kolesterol, TG dan LDL.

## **HEWAN HIPERKOLESTEROLEMIA**

### **Kadar Total kolesterol**

Kolesterol termasuk salah satu sterol yang terdapat pada jaringan hewan. Dalam jaringan, kolesterol terutama berada dalam bentuk bebas (tidak teresterifikasi), juga dapat berikatan kovalen dengan asam lemak sebagai ester kolesterol atau berikatan dengan protein tertentu. Kolesterol bebas merupakan komponen membran sel yang penting dan berperan sebagai prekursor pembentukan asam empedu dan hormon steroid seperti estrogen, testoteron, dan aldosteron. Kadar kolesterol darah yang baik adalah di bawah 200 mg/dL.

Penyakit diabetes memiliki dampak terhadap metabolisme lipida, dimana salah satu dampak dari penyakit diabetes adalah terjadinya peningkatan kadar profil lipida

baik total kolesterol, trigliserida, LDL. Pada penelitian ini menggunakan hewan coba yang diberi diet pakan standar, kentang hitam rebus dan flake kentang hitam. Setelah diberikan diet kentang hitam rebus dan flake kentang hitam sampai 28 hari menunjukkan bahwa total kolesesterol, trigliserida dan LDL menunjukkan penurunan yang nyata dibandingkan dengan control yang diberi diet standar (pati jagung). Hal itu dapat dilihat pada Tabe 21.

Tabel 9. Total kolesterol pada tikus sebelumdan sesudah injeksi alloxan

| Diet                             | Hari ke-0          | Hari ke-28        |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|
| Standar                          | 142,36 $\pm$ 7,20c | 71,27 $\pm$ 4,09c |
| Tepung Kentang<br>Hitam kaya RS3 | 134,45 $\pm$ 4,43d | 48,07 $\pm$ 2,62b |
| Crackers Kentang<br>Hitam        | 135,27 $\pm$ 5,26d | 31,87 $\pm$ 3,35a |

Ket: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tingkat signifikansi 5%

Berdasarkan Tabel 21. Tikus yang menderita diabetes setelah pemberian pakan baik standard, pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam menunjukkan penurunan kadar total kolesterol. Berdasarkan analisis statistic dapat diketahui bahawa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet pakan standard dengan pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam. Tikus yang diberi diet standard tidak mengalami penurunan kadar total kolesterol serum, sedangkan penurunan terjadi pada diet pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam. Penurunan total kolesterol pada kelompok



pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 adalah 29%. sedangkan pakan crackers kentang hitam adalah 37%. Pada pakan standard penurunan total kolseterol 1%.



Gambar 13. Profil Total Kolesterol Hewan Coba selama Pemeliharaan 28 Hari

Penurunan kolesterol pada tikus yang diberi diet tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam berkaitan

## 7. Trigliserida

Trigliserida merupakan salah satu bentuk lipida yang terdapat pada darah dan bahan pangan. Trigliserida dihasilkan oleh hati (liver). Kadar trigliserida darah sebaiknya di bawah 100 mg/dL. Kadar trigliserida yang tinggi dapat menyebabkan penyakit jantung, misalnya coronary heart disease (CHD).

Tabel 10. Kadar Trigliserida pada tikus sebelum dan setelah injeksi alloxan

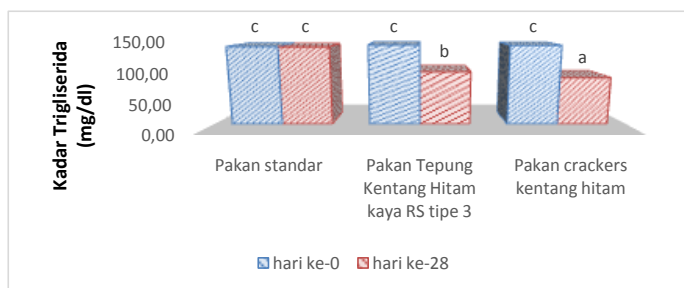
| Diet                          | Hari ke-0    | Hari ke-28   |
|-------------------------------|--------------|--------------|
| Standar                       | 216,23±1,72c | 219,35±2,09c |
| Tepung Kentang Hitam Kaya RS3 | 218,34±2,64c | 154,06±2,49b |
| Crackers Kentang Hitam        | 217,47±2,69c | 138,02±4,22a |

Ket: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tingkat signifikansi 5%

Tikus yang menderita diabetes setelah pemberian pakan baik standard, pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam menunjukkan penurunan kadar trigliserida secara signifikan. Berdasarkan analisis statistic dapat diketahui bahawa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet pakan standard dengan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam. Tikus yang diberi diet standard tidak mengalami penurunan kadar trigliserida serum, sedangkan penurunan terjadi pada diet tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam. Penurunan trigliserida pada kelompok pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 adalah 32,89%. sedangkan pakan crackers kentang hitam adalah 40,20%. Pada pakan standard tidak mengalami penurunan secara signifikan.

Hal ini berkaitan dengan adanya kandungan resistant starch. Mekanisme resistant starch dalam menurunkan profil lipida adalah ;

1. Resistant starch mengikat asam empedu dan meningkatkan ekskresi asam empedu melalui feses sehingga jumlah asam empedu yang digunakan lebih sedikit. Untuk mengkompensasi ekstresi asam empedu, hati mensintesis asam empedu baru dari kolesterol dan hal ini mengurangi tingkat kolesterol serum.
2. RS mengganti pool asam empedu dari cholic acid menjadi chenodeoxycholic acid. Chenodeoxycholic acid merupakan penghambat dari 3-hydroxy-3-methylglutaryl (HMG) CoA reductase, a regulatory enzyme yang diperlukan untuk biosintesis kolesterol. Aktivitas HMG CoA reduktase rendah mengakibatkan produksi kolesterol akan menurun. Dan hal itu menyebabkan kolesterol serum turun.



Gambar 14. Profil Trigliserida Hewan Coba selama Pemeliharaan 28 Hari

Damat et.al (2008) bahwa RS mengikat asam empedu, meningkatkan viskositas isi usus halus sehingga dapat menghambat absorbs berbagai jenis makro-nutrient, termasuk lipida dan mereduksi absorpsi asam empedu dari usus halus melalui sirkulasi enterohepatik. Hal itu menyebabkan menurunnya jumlah total kolesterol (TC) yang diikuti dengan penurunan konsentrasi LDL. RS menghambat asam

empedu dan steroid netral sehingga asam empedu dan steroid lebih banyak dieksresikan. Han et.al (2005), pakan yang mengandung RS meningkatkan mRNA hepatic kolesterol 7 $\alpha$ -hydroxylase dan meningkatnya asam empedu serta steroid yang dieksresikan bersama feses.

### 3. HDL (High Density Lipoprotein)

HDL (*High Density Lipoprotein*) merupakan salah satu lipoprotein yang bertugas mengambil kholesterol dari jaringan ke hati dan membuangnya keluar tubuh. HDL sering disebut sebagai kholesterol baik. Kadar HDL darah sebaiknya di atas 60 mg/dL. Bila kadar HDL di bawah 40 mg/dL, maka dapat memicu timbulnya penyakit jantung.

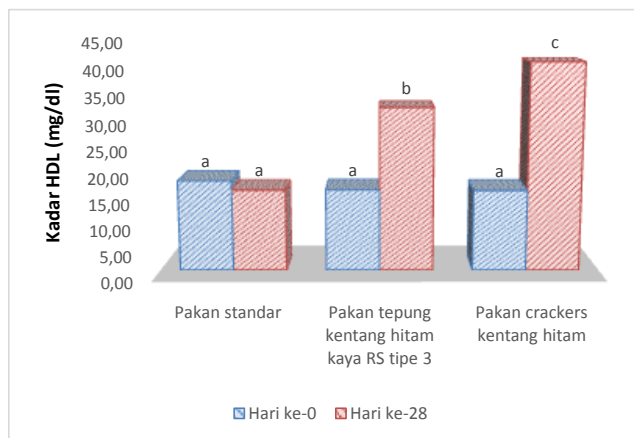
Tabel 11. Kadar HDL pada tikus sebelum dan sesudah injeksi alloxan

| Diet                          | Hari ke-0         | Hari ke-28        |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| Standar                       | 17,89 $\pm$ 1,63a | 16,06 $\pm$ 2,12a |
| Tepung Kentang Hitam Kaya RS3 | 16,11 $\pm$ 1.59a | 32,23 $\pm$ 2.41b |
| Crackers Kentang Hitam        | 15,99 $\pm$ 0,99a | 40,98 $\pm$ 1,44c |

Ket: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tingkat signifikansi 5%

Tikus yang menderita diabetes setelah pemberian pakan baik standard, pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam menunjukkan peningkatan kadar HDL secara signifikan. Berdasarkan analisis statistic dapat

diketahui bahwa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet standar dengan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 dan crackers kentang hitam. Peningkatan kadar HDL pada kelompok pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 adalah 10%. sedangkan pakan crackers kentang hitam adalah 100.06%. Namun pada diet pakan standar mengalami penurunan kadar HDL sebesar 156.06%.



Gambar 15. Profil HDL Hewan Coba selama Pemeliharaan 28 Hari

Polisakarida yang viskus dapat menghambat laju penyerapan glukosa dan sterol di usus. Sifat viskus dipercaya menaikkan ketebalan lapisan antara makanan dan permukaan brush-border di dalam usus halus sehingga mencegah absorbs zat gizi. Pakan yang diberikan memiliki efek dalam menurunkan profil lipida :

7. Peningkatan asam empedu dan sterol yang dieksresikan bersama feses

8. Meningkatnya produksi asam empedu sebagai akibat dari peningkatan asam empedu yang dieksresikan bersama feses
9. Peningkatan produksi hasil fermentasi seperti propionate, yang dapat menghambat proses sintesis kolestrol. Peningkatan rasio molar propionate dan butirrat akan menurunkan rasio molar asetat, sehingga jumlah kolestrol yang disintesis juga menurun, karena asam asetat merupakan precursor sintesis kolesterol dalam tubuh.

#### 4. LDL (Low Density Lipoprotein)

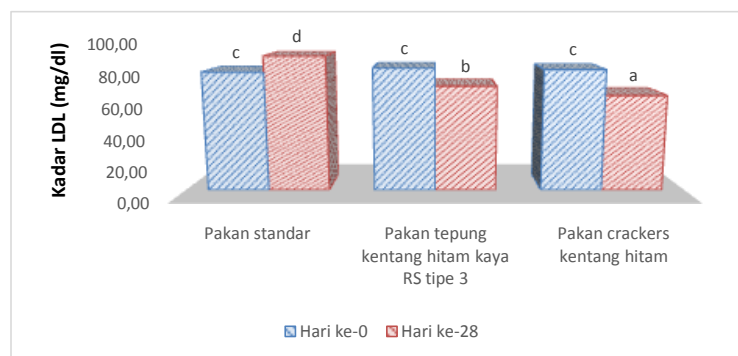
LDL (*Low Density Lipoprotein*) merupakan salah satu lipoprotein yang bertugas mengangkut kholesterol ke jaringan termasuk arteri. LDL sering disebut sebagai kholesterol jahat. Sebagian besar kholesterol darah berada dalam bentuk LDL. Kadar LDL darah sebaiknya di bawah 100 mg/dL. Bila kadar LDL di atas 130 mg/dL, maka dapat memicu timbulnya penyakit jantung

Tabel 12. Kadar LDL pada tikus sebelum dan sesudah diinjeksi dengan alloxan

| Diet                         | Hari ke-0   | Hari ke-28  |
|------------------------------|-------------|-------------|
| Standar                      | 79,59±1,49c | 90,03±6,01d |
| Pakan Kentang hitam kaya RS3 | 82,16±2,60c | 70,41±3,18b |
| Crackers Kentang hitam       | 81,23±2,61c | 64,18±1,76a |

Ket: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tingkat signifikansi 5%

Tikus yang menderita diabetes setelah pemberian pakan baik standar, pakan kentang hitam rebus dan flake kentang hitam menunjukkan penurunan kadar LDL setelah hari kesembilan injeksi alloxan atau tujuh hari setelah tikus dinyatakan menderita diabetes. Berdasarkan analisis statistic dapat diketahui bahawa ada perbedaan nyata antara tikus yang diberi diet standar dengan kentang hitam rebus dan flake kentang hitam. Penurunan kadar LDL pada kelompok pakan tepung kentang hitam kaya RS tipe 3 adalah 14,30%. sedangkan pakan crackers kentang hitam adalah 21%. Sedangkan pakan standar turun sebesar 13,12%.



Gambar 16. Profil LDL Hewan Coba selama Pemeliharaan 28 Hari

Pengaruh diet terhadap profil glukosa dan lipida pada tikus yang menderita diabetes mellitus seperti terdapat pada Tabel. Berdasarkan table tersebut dapat diketahui bahwa pemberian diet kentang hitam rebus dan flake kentang hitam memberikan dampak yang positif terhadap profil glukosa dan profil lipida pada tikus

yang menderita diabetes. Hal itu dapat diketahui dari trend parameter kadar glukosa, total kolesterol (TC), trigliserida (TG) dan LDL yang menunjukkan trend menurun dan mendekati kadar pada tikus yang normal. Sedangkan parameter HDL menunjukkan peningkatan mendekati kadar HDL normal.

Perbaikan profil glukosa dan lipida pada tikus diabetes berkaitan dengan sifat fungsional dari kentang hitam yang memiliki kandungan resistant starch yang tinggi. Kadar RS pada carakers KH lebih tinggi dibandingkan bahan bakunya yaitu tepung kentang hitam, hal ini memiliki implikasi pada profil glukosa dan lipida pada hewan coba yang diberi diet makanan tersebut. Hewan coba yang diberi diet dengan pakan crackers kentang hitam memiliki profil glukosa dan lipida yang lebih baik dibandingkan yang diberi diet tepung kentang hitam, sebab RS berperan dalam penurunan kadar glukosa dan total kolesterol, TG dan LDL.

## **Analisis Digesta**

### **Berat digesta dan kadar air**

Hasil analisis data terhadap berat digesta menunjukkan bahwa diet kentang hitam kukus+pendinginan, rebus+pendinginan dan oven+pendinginan dapat berpengaruh pada berat digesta. Diet dengan kadar resistant starch yang lebih tinggi yaitu kentang hitam yang dikukus+pendinginan memiliki kecenderungan memiliki berat digesta yang tinggi, pH rendah dan kadar air tinggi.

Kadar air digesta merupakan refleksi dari kapasitas pengikatan air (Water Holding Capacity= WHC) dari komponen diet, terutama polisakarida. Kemampuan mengikat air dari polisakarida ditentukan oleh struktur kimia polisakarida, species dan anatomi dari sumber bahan. (Eastwood and Mitchell, 1976), disamping itu juga dipengaruhi oleh ukuran partikel dan pH. Kenaikan kadar air digesta pada kelompok



tikus dengan diet kentang hitam kukus+dingin, diduga disebabkan oleh tingginya kadar RS yang tahan cerna oleh enzim pencernaan. Data mengenai kadar air dan berat digesta pada tikus yang diberi diet Kentang hitam kukus+pendinginan, rebus+pendinginan dan oven+pendinginan dapat memberikan gambaran bahwa bahan ini cukup baik sebagai suplemen yang dapat mencegah konstipasi dan divertikulus yang ditimbulkan karena feses yang terlalu keras.

Analisis yang dilakukan pada digesta adalah analisis asam lemak rantai pendek (SCFA). Hasil analisis terhadap asetat, propionate dan butirrat menunjukkan bahwa asetat, propionate dan butirrat mempunyai porsi paling tinggi pada diet pakan tepung kentang hitam kukus+pendinginan.

Tabel 13. Profil short chain fatty acid pada diabetes mellitus

| Diet                   | Konsentrasi SCFA (mmol/L) |             |             | pH digesta |
|------------------------|---------------------------|-------------|-------------|------------|
|                        | Asetat                    | Propionat   | Butirat     |            |
| Pakan standar          | 22.27±3.76a               | 12.33±1.59a | 6.42±0.68a  | 6.58±0.06a |
| Tepung Kentang hitam   | 34.23±3.92b               | 19.05±2.42b | 10.47±2.19b | 6.63±0.09b |
| Crackers kentang hitam | 47.55±8.46c               | 28.19±4.66c | 16.97±3.04b | 6.75±0.05c |

Profil asam lemak rantai pendek dipengaruhi oleh sumber serat/pati sehingga tingkat fermentasi substrat juga bervariasi yang mengakibatkan aktivitas mikroba didalam caecum berbeda-beda antar individu. Misalkan dengan Rasio molar SCFA Asetat : propionate : butirrat pada sumber serat ampas tahu : tempe gembus : selulosa adalah 61.34 : 28.48 : 8.97; 65.41 : 26.96 : 7.56 ; 60.26 : 31.43 : 8.31 (Sofi et.al,1999). Hasil penelitian Kleesen et.al (1997) yang menggunakan RS1 (campuran waxy maize starch dan native potato starch) dan RS2 ( campuran waxy maize starch dan modified potato starch) menunjukkan rasio molar SCFA (asetat:propionate:butirat) : 67 : 19.3 : 13.7 dan 63.6 : 27.6 : 8.8. Beberapa hasil

penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sumber serat akan berpengaruh pada rasio molar SCFA yang dihasilkan.

Tabel 14. Profil sCFA tikus yang menderita hiperkolesterolemia

| Diet                   | Konsentrasi SCFA (mmol/L) |              |             | pH digesta |
|------------------------|---------------------------|--------------|-------------|------------|
|                        | Asetat                    | Propionat    | Butirat     |            |
| Pakan standar          | 20.36±5.38a               | 9.93±2.78a   | 4.91±1.36a  | 6.58±0.06a |
| Tepung Kentang hitam   | 32.35±3.06b               | 15.68±4.69b  | 8.22±2.38b  | 6.63±0.09b |
| Crackers kentang hitam | 50.80±1.73c               | 29.067±1.18c | 16.45±1.13b | 6.75±0.05c |

Penemuan terakhir menunjukkan bahwa asetat yang dihasilkan oleh fermentasi serat berpengaruh terhadap sensitivitas insulin yang menguntungkan dari diet tinggi serat dibandingkan pada control glikemik (Anderson et.al, 1991). Menurut Bourquin et.al, (1992) propionate digunakan terutama oleh liver dan dianggap sebagai modulator potensial untuk sintesis kolesterol.

Konsumsi serat atau resistant starch akan menghasilkan SCFA yang akan dimetabolismekan pada tiga area utama di tubuh yaitu :

4. Sel dari ceco-colonic ephitellium : menggunakan butirat sebagai substrat utama untuk memelihara jalur produksi energy
5. Sel hati : metabolisme residual butirat dengan propionate yang digunakan untuk glukoneogenesis; 50-70% asetat juga digunakan di hati.
6. Sel otot : mengasilkan energy dari oksidasi residual asetat.

Peranan SCFA sebagai nutrient untuk ephitellium colon, sebagai modulator colon dan intraselular pH, volume sel, dan fungsi lain yang diasosiasikan dengan transport ion dan pengaturan proliferasi, diferensiasi dan ekspresi gen. (cook and Sellin, 1998). Peningkatan SCFA menghasilkan penurunan pH, yang secara tidak langsung akan mempengaruhi komposisi microflora di colon, meningkatkan absorpsi mineral dan mengurangi absorpsi ammonia dengan disosiasi proton ammonia dan amines yang lain.

Pemberian diet tepung ketang hitam kukus+pendinginan, rebus+pendinginan, oven+pendinginan hitam dapat menurunkan pH digesta tikus secara signifikan dibandingkan dengan diet control. Penurunan pH tersebut disebabkan karena meningkatnya komponen serat yang tidak tercerna secara enzimatik sepanjang usus sehingga akan lolos sampai caecum, sehingga terjadi peningkatan aktivitas mikroorganisme yang ada di caecum untuk memproduksi SCFA sehingga akan mempengaruhi pH cairan. Hasil penelitian Schneeman (1986) menyatakan bahwa proses fermentasi serat dapat menurunkan pH usus besar dan akan mempengaruhi metabolisme mikrobial.

### **Tahun ketiga**

#### **1. Keadaan Responden**

Responden yang dipilih terdiri dari 10 orang yang terdiri dari 7 orang laki-laki dan 3 orang perempuan dengan status kesehatan normal. Kondisi normal yang dimaksudkan di sini adalah mereka yang mempunyai status gizi baik dinilai dari IMT dalam rentang normal sesuai kriteria inklusi. Identitas sampel seperti umur, berat badan, dan tinggi badan dikumpulkan untuk mengetahui pemenuhan kriteria inklusi dan eksklusi penelitian. Saat uji larutan glukosa murni, semua responden hadir. Namun saat akan uji coba crackers kentang hitam dua orang responden mengundurkan diri. Sehingga total responden berjumlah 8 orang.

Kriteria bukan penyandang Diabetes Mellitus diperoleh dengan pemenuhan tidak adanya riwayat penyakit tersebut di keluarga. Tidak adanya anggota keluarga yang mengidap diabetes terutama pada keluarga paling dekat satu generasi di atas

kita. Jadi orang tua atau saudara kandung tidak mengidap diabetes. Umur responden berada pada range 20-40 tahun, dengan berat badan rata-rata 58, 625 kg dan tinggi badan 161,25 cm. Rata-rata kadar glukosa darah puasa 90,125 mg/dL. Data keseluruhan dapat lihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Identitas responden

| Responden | Umur  | TB     | BB     | IMT   | Glukosa darah Puasa |
|-----------|-------|--------|--------|-------|---------------------|
| 01        | 30    | 150    | 55     | 24,44 | 92                  |
| 02        | 36    | 165    | 62     | 22,77 | 102                 |
| 03        | 30    | 170    | 69     | 23,88 | 79                  |
| 04        | 26    | 158    | 55     | 22,03 | 98                  |
| 05        | 32    | 159    | 51     | 20,17 | 102                 |
| 06        | 27    | 160    | 55     | 21,48 | 89                  |
| 07        | 25    | 168    | 60     | 21,26 | 73                  |
| 08        | 36    | 160    | 62     | 24,22 | 86                  |
| Rata-rata | 30,25 | 161,25 | 58,625 | 22,53 | 90,125              |

### **Bahan Makanan Uji**

Bahan makanan yang akan dinilai indeks glikemiknya adalah crackers kentang hitam kaya resistant starch, control( larutan glukosa murni) dan sebagai produk pembanding crackers tepung terigu. Crackers kentang hitam kaya RS dibuat dari tepung kentang hitam kaya RS dan tepung terigu dengan perbandingan 1:4. Crackers tepung terigu dibuat dari tepung terigu semuanya.

Nilai kedua bahan tersebut harus sama untuk diberikan kepada tiap subyek yaitu setara dengan 50 g gula total. Sebelumnya dilakukan analisa proksimat untuk mengetahui gula total dan pati dari kedua bahan

### Respon Glukosa Darah

Setelah makan makanan tinggi karbohidrat, kadar glukosa darah meningkat dari kadar puasa sekitar 80-100 mg/dl menjadi sekitar 120-140 mg/dl dalam periode 30 menit sampai 1 jam. Kadar glukosa dalam darah kemudian mulai menurun kembali ke rentang puasa dalam waktu sekitar 2 jam setelah makan.

Kadar glukosa darah meningkat seiring dengan pencernaan dan penyerapan glukosa dari makanan. Pada individu sehat dan normal, kadar tersebut tidak melebihi 140 mg/dl. Karena jaringan akan menyerap glukosa dari darah, menyimpannya untuk digunakan kemudian atau mengoksidasinya untuk menghasilkan energy. Setelah makanan dicerna dan diserap, kadar glukosa darah menurun karena sel terus menerus menggunakan glukosa (Sherwood, 2007). Hasil respon glukosa darah tiap responden terhadap pemberian bahan makanan uji dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Nilai rerata kadar glukosa darah (mg/dl)

| Bahan Makanan          | Waktu (menit) |       |       |       |       |
|------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|
|                        | 0             | 30    | 60    | 90    | 120   |
| Glukosa murni          | 65,3          | 128,1 | 130,9 | 101,4 | 80,8  |
| Crackers kentang hitam | 72,9          | 88,2  | 106,5 | 88,1  | 72,8  |
| Crackers terigu        | 74,7          | 113,5 | 122,8 | 94,5  | 109,4 |

Tabel 3 tersebut, maka konsumsi glukosa murni, crackers kentang hitam dan crackers terigu menaikkan kadar glukosa darah dengan persentase yang berbeda-beda. Baik glukosa murni, crackers kentang hitam maupun crackers tepung terigu memiliki waktu puncak yang sama yaitu pada menit ke-60, namun dengan kuantitas yang berbeda.

### **Indeks Glikemik**

Respons glikemik merupakan kondisi fisiologis kadar glukosa darah selama periode tertentu setelah seseorang mengonsumsi pangan. Menurut Frei *et al.* (2003), karbohidrat yang berasal dari tanaman yang berbeda mempunyai respons glikemik yang berbeda pula. Perbedaan respons glikemik juga mungkin terjadi pada karbohidrat yang berasal dari tanaman yang sama namun berbeda varietas. Seperti dijelaskan sebelumnya, pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan cepat memiliki IG tinggi, sebaliknya pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan lambat memiliki IG rendah (Ragnhild *et al.* 2004; Rimbawan dan Siagian 2004; Atkinson *et al.* 2008).

Nilai IG dihitung berdasarkan perbandingan antara luas kurva kenaikan glukosa darah setelah mengonsumsi pangan yang diuji dengan kenaikan glukosa darah setelah mengonsumsi pangan rujukan terstandar, seperti glukosa (Marsono *et al.* 2002) atau roti tawar (Brouns *et al.* 2005). Respons glikemik ditunjukkan oleh kurva fluktuasi dari penyerapan glukosa dalam darah.

Menurut Hoerudin (2012), pangan ber-IG rendah dan tinggi dapat dibedakan berdasarkan kecepatan pencernaan dan penyerapan glukosa serta fluktuasi kadarnya dalam darah. Perhitungan nilai indeks glikemik pada glukosa murni, crackers kentang hitam dan crackers terigu yang diperoleh dari nilai rata-rata 10 responden. Hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5. Indeks Glikemik glukosa murni, crackers kentang hitam dan crackers terigu pada orang bukan penyandang diabetes mellitus.**

| Beban yang diberikan   | Indeks glikemik (%) |
|------------------------|---------------------|
| Glukosa murni          | 100                 |
| Crackers kentang hitam | 40,88±6,42          |
| Crackers terigu        | 76,08 ± 5,36        |

Menurut Miller (2006) dalam Rimbawan dan Siagian (2004), indeks glikemik glukosa murni ditetapkan 100 dengan glukosa murni sebagai pangan acuan untuk penentuan indeks glikemik pangan lain. Kategori pangan menurut rentang indeks glikemik dengan glukosa murni sebagai pangan acuan, yaitu : IG rendah (<55), IG sedang/*intermediate* (55-70), dan IG tinggi (>70).

Hasil pengukuran indeks glikemik menunjukkan bahwa crackers kentang hitam memiliki indeks glikemik rendah (40,88±6,42), sedangkan crackers terigu memiliki indeks glikemik sedang (76,08±5,36). Hasil analisis ragam terhadap data nilai indeks glikemik menunjukkan bahwa substitusi tepung kentang hitam kaya resistant starch menunjukkan perbedaan respon glikemik ( $P < 0.05$ ).

Crakers kentang hitam memiliki indeks glikemik rendah. Hal ini berarti bahwa Pangan crackers kentang hitam mengalami proses pencernaan lambat, sehingga laju pengosongan perut pun berlangsung lambat. Hal ini menyebabkan suspensi pangan (*chyme*) lebih lambat mencapai usus kecil, sehingga penyerapan glukosa pada usus kecil menjadi lambat. Akhirnya, fluktuasi kadar glukosa darah pun relatif kecil.

Crackers tepung terigu memiliki indeks glikemik tinggi ( $76,08 \pm 5,36$ ). Hal ini berarti laju pengosongan perut, pencernaan karbohidrat, dan penyerapan glukosa yang berlangsung lebih cepat, sehingga fluktuasi kadar glukosa darah juga relatif tinggi. Hal tersebut karena penyerapan glukosa sebagian besar hanya terjadi pada usus kecil bagian atas.

Perbedaan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah cara pengolahan (tingkat gelatinisasi pati dan ukuran partikel), perbandingan amilosa dengan amilopektin, tingkat keasaman dan daya osmotik, kadar serat, kadar lemak dan protein, serta kadar anti gizi pangan (Rimbawan dan Siagian, 2004).

Crackers kentang hitam termasuk ke dalam kriteria pangan dengan indeks glikemik rendah ( $<55$ ). Hal ini diduga berkaitan dengan kadar resistant starch pada crackers kentang hitam sebesar (9,5011%). Pati resisten adalah pati yang tahan cerna oleh enzim, sehingga memiliki daya cerna yang rendah. Daya cerna pati adalah tingkat kemudahan suatu jenis pati untuk dihidrolisis oleh enzim pemecah pati menjadi unit-unit yang lebih sederhana (Mercier dan Colonna 1988).



Enzim pemecah pati dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu endo-amilase dan ekso-amilase. Enzim alfa-amilase termasuk ke dalam golongan endo-amilase yang bekerja memutus ikatan di dalam molekul amilosa dan amilopektin (Tjokroadikoesoemo 1986). Daya cerna pati yang rendah berarti hanya sedikit jumlah pati yang dapat dihidrolisis oleh enzim pencernaan dalam waktu tertentu. Dengan demikian, kadar glukosa dalam darah tidak mengalami kenaikan secara drastis sesaat setelah makanan tersebut dicerna dan dimetabolisme oleh tubuh.

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Argasasmita (2008) dan Hasan *et al.* (2011) yang menunjukkan bahwa pangan dengan daya cerna pati tinggi menghasilkan nilai IG yang tinggi pula. Lebih jauh, Chung *et al.* (2006) melaporkan bahwa pati bahan pangan yang tergelatinisasi sebagian memiliki daya cerna pati yang rendah. Dengan demikian, pati yang tergelatinisasi sebagian relatif lebih tahan terhadap hidrolisis enzim sehingga nilai IG-nya cenderung lebih rendah.

Secara alamiah, pati tahan cerna terdapat didalam suatu pangan baik yang masih mentah maupun yang sudah diolah. Pada pangan olahan, pati tahan cerna dapat dibentuk oleh kombinasi panas, kelembaban dan kadang-kadang tekanan. Salah satu cara untuk meningkatkan kadar pati tahan cerna dalam bahan pangan adalah memanaskan pati hingga tergelatinisasi kemudian mendinginkannya secara cepat. Pati dikelompokkan menjadi empat tipe yaitu: (1) pati tahan cerna tipe 1 adalah kelompok pati yang terperangkap di dalam dinding sel tanaman, misalkan pati yang ada dalam sereal dan kacang-kacangan, (2) Pati tahan cerna tipe 2 adalah granula pati mentah seperti pati kentang, jagung dan sebagainya, (3) Pati tahan cerna tipe 3

berupa pati retrogradasi atau paati dalam bentuk Kristal, terdapat dalam cornflake, kentang matang yang didinginkan dan lain-lain, (4) Pati tahan cerna tipe 4 adalah pati yang dimodifikasi secara kimia.

Tepung kentang hitam termasuk pati tahan cerna tipe 3 dan memiliki peran penting di dalam diet. Pati tahan cerna, tidak dapat dicerna di dalam usus kecil dan sampai ke dalam usus besar dalam keadaan utuh. Tepung kentang hitam kaya resistant starch dibuat dengan cara dikukus kemudian didinginkan pada suhu 5°C selama 24 jam. Pada pembentukan pati tahan cerna tipe 3, granula pati terhidrasi sempurna. Amilosa keluar dari granula masuk ke dalam larutan dalam bentuk polimer koil acak. Akibat pendinginan, rantai polimer mulai berasosiasi membentuk heliks ganda melalui ikatan hydrogen (Haralampu, 2000). Mengakibatkan pati mengalami gelatinisasi. Pemanasan kembali dan pendinginan pati yang telah mengalami gelatinisasi tersebut merubah struktur pati yang mengarah pada terbentuknya Kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi.

Rendahnya indeks glikemik crackers kentang hitam dapat disebabkan oleh berbagai factor antara yaitu cara pengolahan. Salah satu faktor yang memengaruhi nilai IG suatu produk pangan adalah cara pengolahan, seperti pemanasan (pengukusan, perebusan, penggorengan) dan penggilingan (penepungan) untuk memperkecil ukuran partikel. Cara pengolahan dapat mengubah sifat fisikokimia suatu bahan pangan seperti kadar lemak dan protein, daya cerna, serta ukuran pati maupun zat gizi lainnya. Pemanasan pati dengan air berlebihan mengakibatkan

pati mengalami gelatinisasi dan perubahan struktur. Pemanasan kembali dan pendinginan pati yang telah mengalami gelatinisasi juga mengubah struktur pati lebih lanjut yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut, berupa pati teretrogradasi, sehingga menyebabkan terjadinya perubahan nilai IG (Haliza *et al.* 2006). Carreira *et al.*, (2004) melaporkan bahwa pembentukan pati tahan cerna meningkat bila bahan disimpan pada suhu dingin, tetapi pengaruhnya terhadap nilai indeks glikemik sangat ditentukan oleh sifat karbohidrat dalam bahan tersebut.

Resistan starch menunda peningkatan gula darah setelah makan, dengan memperlambat tingkat dan jumlah karbohidrat yang dicerna dan membuat hal ini cocok untuk orang yang menderita diabetes mellitus. Pengendalian respon glikemik juga membantu orang untuk menekan rasa lapar dan menjaga level energy sepanjang hari. Makanan yang mengandung resistant starch dicerna 5-7 jam sehingga menurunkan glukosa postprandial dan memiliki potensi untuk meningkatkan periode kenyamanan (Reader *et al.*, 1997).

Crackers terigu memiliki nilai indeks glikemik tinggi (>70). Indeks glikemik crackers terigu yang termasuk kategori sedang ini berbeda dengan beberapa referensi (Greg Glassman, 2002) yang menuliskan bahwa saltine atau soda cracker termasuk dalam indeks glikemik tinggi dari tepung terigu termasuk kategori tinggi. Canadian Diabetes Association dan Vancouver Coastal Health mempublikasikan bahwa soda crackers dikategorikan produk yang memiliki indeks glikemik tinggi (>70). Perbedaan ini diduga berkaitan dengan proses pembuatan crackers terigu versi penelitian ini. Pada pengolahan crackers ini dilakukan pendinginan adonan selama 18

jam baru kemudian dioven hingga matang. Proses pendinginan yang dilanjutkan dengan pengovenan ini diduga dapat meningkatkan kadar resistant starch pada crackers kentang hitam.

Nutrition fact atau informasi nilai gizi pada crackers kentang hitam yang meliputi energy, lemak, protein, karbohidrat dan resistant starch pada tiap kemasan seperti terdapat pada gambar dibawah ini. Jumlah per kemasan adalah 100 gram dan memiliki kalori sebesar 200 kal. Ini sesuai untuk makanan selingan yaitu sekali konsumsi adalah setara dengan 200 kal atau 10% dari total energy yang dibutuhkan oleh orang dalam sehari.

| INFORMASI NILAI GIZI           |                          |      |
|--------------------------------|--------------------------|------|
| Takaran saji 1 kemasan (100 g) |                          |      |
| Jumlah sajian per kemasan : 1  |                          |      |
| JUMLAH PER SAJIAN              |                          |      |
| Energi total 200 Kal           | Energi dari Lemak 36 Kal |      |
| % AKG                          |                          |      |
| Lemak total                    | 8.9 g                    | 14 % |
| Protein                        | 11 g                     | 18 % |
| Karbohidrat total              | 71 g                     | 24 % |
| Pati resistant                 | 15.4 g                   |      |

## **BAB V**

### **SIMPULAN**

1. Perlakuan bertahap yaitu pengukusan, perebusan dan pengovenan yang dilanjutkan dengan pendinginan berpengaruh dalam meningkatkan kadar amilosa dan pati pada tepung kentang hitam
2. Perlakuan bertahap yaitu pengukusan, perebusan dan pengovenan yang dilanjutkan dengan pendinginan berpengaruh dalam meningkatkan kadar resistant starch pada tepung kentang hitam
3. Konsumsi tepung kentang hitam dengan pengukusan, perebusan dan pengovenan dapat mengendalikan profil glukosa, dan lipida (trigliserida, kolesterol, LDL) dan dapat meningkatkan HDL
4. Tingkat penerimaan panelis terhadap crackers berada pada kategori disukai
5. Penambahan tepung resistant starch sebesar 25% dapat meningkatkan kadar resistant starch pada crackers dibandingkan dengan kontrol.
6. Konsumsi bahan baku yaitu tepung kentang hitam dapat menurunkan profil glukosa sebesar 43,70%, sedangkan crackers kentang hitam sebesar 48,90% pada hewan coba yang menderita diabetes mellitus.
7. Konsumsi bahan baku yaitu tepung kentang hitam dapat mengendalikan profil lipida pada hewan coba yang menderita diabetes mellitus. Tepung kentang hitam dapat menurunkan TC sebesar 44%, trigliserida 30,60%, LDL 64,25% dan menaikkan HDL 28,26%. Sedangkan crackers kentang hitam dapat menurunkan TC 52%, trigliserida 43,63%, LDL 76,44% dan menaikkan HDL 43,54%. Sedangkan pada hewan yang menderita hiperkolesterolemia, tepung kentang hitam dapat menurunkan TC 29%, LDL 14,3%, trigliserida 30,89%

dan menaikkan HDL 10%. Crackers kentang hitam dapat menurunkan profil lipida hewan coba, TC 37%, trigliserida 40,20%, LDL 21% dan menaikkan HDL 100%.

8. Konsumsi bahan baku yaitu tepung kentang hitam kaya resistant starch dan crackers kentang hitam mempengaruhi proporsi short chain fatty acid yang utama adalah asam asetat, propionate dan butirat.
9. Konsumsi bahan baku yaitu tepung kentang hitam dapat menurunkan profil glukosa sebesar 43,70%, sedangkan crackers kentang hitam sebesar 48,90% pada hewan coba yang menderita diabetes mellitus.
10. Konsumsi bahan baku yaitu tepung kentang hitam dapat mengendalikan profil lipida pada hewan coba yang menderita diabetes mellitus. Tepung kentang hitam dapat menurunkan TC sebesar 44%, trigliserida 30,60%, LDL 64,25% dan menaikkan HDL 28,26%. Sedangkan crackers kentang hitam dapat menurunkan TC 52%, trigliserida 43,63%, LDL 76,44% dan menaikkan HDL 43,54%. Sedangkan pada hewan yang menderita hiperkolesterolemia, tepung kentang hitam dapat menurunkan TC 29%, LDL 14,3%, trigliserida 30,89% dan menaikkan HDL 10%. Crackers kentang hitam dapat menurunkan profil lipida hewan coba, TC 37%, trigliserida 40,20%, LDL 21% dan menaikkan HDL 100%.
11. Konsumsi bahan baku yaitu tepung kentang hitam kaya resistant starch dan crackers kentang hitam mempengaruhi proporsi short chain fatty acid yang utama adalah asam asetat, propionate dan butirat.

12. Kandungan crackers per kemasan (100gram) mengandung kalori 200 kal, karbohidrat 71 gram, protein 11 gram dan lemak 8,9 gram.
13. Crackers kentang hitam memiliki indeks glikemik rendah  $40,88 \pm 6,42$

## DAFTAR PUSTAKA

- Argasasmita, T.U. 2008. Karakterisasi sifat fisikokimia dan indeks glikemik varietas beras beramilosa rendah dan tinggi. Skripsi.Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. 84 hlm.
- Aston L. 2006. Glycemic index and metabolic di-sease risk. MRC Collaborative Centre for Hu-man Nutrition Research, 65, 125—134.
- Asp, N-G. dan I. Bjorck. 1992. Resistant Starch. Review. In Trends in Food Science and Technology 3. Elsevier, London.
- Atkinson, F.S., K. Foster-Powell, and J.C. Brand Miller. 2008. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. Diabetes Care 31: 2281□2283.
- Balasinska B. 1998. Hypocholesterolemic effect of food dietary evening primrose (*Oenothera paradoxa*) cake extract in rats. *Food Chemistry* 63(4):453-459.
- Berry C. S. 1986. Resistant Starch, Formation and Measurement of Starch That Survives Exhaustive Disgestion With Amylolytic Enzymes During The Determination of Dietary Fiber. *J. Cereal sci.* 4: 301-14.
- British Nutrition Foundation. 2005. Resistant Starch-Question and Answer. [www.british-foundation.or.uk/health/starch](http://www.british-foundation.or.uk/health/starch). [6 Juni 2006]
- Brouns, F., I. Bjorck, K.N. Frayn, A.L. Gibbs, V. Lang, G. Slama, and T.M.S. Wolever. 2005. Glycemic index methodology. *Nutr. Res. Rev.* 18(1): 145□171.
- Brown, I.L., X. Wang, D. L. Topping, M. J. Playne, dan P. L. Conway. 1998. High amylose maize starch as a versatile prebiotic for use with probiotic bacteria. *Food Aust.* 50: 602-609.
- Canadian Diabetes association, 2013. The Glycemic Index
- Catherine W.Lukhoba, Monique S.J. Simmonds, Alan J. Paton., 2006. *Plectranthus* : A review of Ethnobotanical Uses. *Journal of Ethnopharmacology*, 103 ; 1-24
- Chung, H.J. , H.S. Lim, and S. T. Lim. 2006. Effect of partial gelatinization and retrogradation on the enzymatic digestion of waxy rice starch. *J. Cereal Sci.* 43: 353□359.



- Cummings, J.H. 1989. Metabolism of Dietary Fiber in the Large Intestine. Di dalam Cummings, J.H. 9ed). *The Role of Dietary Fiber in Enternal Nutrition*. Abbot International Ltd, USA.
- Cummings, J.H. and Bingham, S.A. 1987. *Dietary Fiber, Fermentation and Large Bowel Cancer*. *Cancer Surveys* 6:601-621.
- Edmonton T.V. dan R. S. B. Saskatoon. 1993. Enhancement of Resistant Starch (RS3) in Amylomaize, Barley, Field Pea and Lentil Starches. *J. Food Chemistry* No 4 pp527-532.
- Englyst H. N., Kingman S. M., dan Cummings J. H. 1992. Classification and Measurement of Nutritionally Important Starch Fraction. *Eur J Clin Nutr* 46: 533-550.
- Frei, M., P. Siddhuraju, and K. Becker. 2003. Studies on the *in vitro* starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. *Food Chem.* 83(2003): 395–402.
- Greg Glassman, 2002. Glycemic Index. *The crossfit. Journal*: 3: 1-2.
- Haliza, W., E.Y. Purwani, dan S. Yuliani. 2006. Evaluasi kadar pati tahan cerna dan nilai indeks glikemik mi sagu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* XVII(2): 149–152.
- Hart, H. dan R. D. Schmetz. 1972. *Organic Chemistry: A Short Course*. Michigan University, Michigan.
- Hasan, V., S. Astuti, dan Susilawati. 2011. Indeks glikemik dari umbi garut, suweg, dan singkong. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian* 16(1): 34–50.
- Heather, R., G.D.D. Gilbertson, J.B. Miller, A.W. Thorburn, S.Evans, P. Chondros and G.A. Werther. 2001. The effect of flexible low glycemic index dietary advice versus measured carbohydrate exchange diets on glycemic control in children with type 1 diabetes. *Diab. Care* Vol. 24:1137-1143.
- Hodge, J. E. Dan E. M. Osman. 1976. Carbohydrate. Di dalam: Fennema, O. R. (ed.). *Principles of Food Sciences*. Marcel Dekker. Inc., New York.
- Hoerudin. 2012. Indeks glikemik buah dan implikasinya dalam pengendalian kadar glukosa darah. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 8(2): 80–98.

- Jane, J. L. dan J. F.Chen.1992. Effect of Amylose Molecular Size and Amylopectin Branch Chain Length on Paste Propertieess of Starch. *J. Cereal Chem.*, 69 (1): 60-65.
- Jenkins DJA, Kendall CWC, Augustin LSA, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, Jenkins AL, & Axelsen M. 2002. Glycemic Index: overview of implica-tions in health and disease. *Am. J. Clin.Nutr*, 76, 266S—273S.
- Kay., 2006. Resistant Starch and Soluble Fiber May Improve Glucose Metabolism. *Diabetes Care*. 29:976-981
- Kim S. K., J. E. Kwak, dan W. K. Kim. 2003. A simple Method for Estimation of Enzyme-Resistant Starch Content. *Starch/starke* 55 (2003) 366-368.
- Kingman ,S.M. dan H.N. Englyst. 1994. *The Influence of Food Preparation Methods on the In Vitro Digestibility of Starch in Potatoes*. *Food Chem*. 49:181-186.
- Kleessen, G. Stoof, J. Proll, D. Schmiedl, J. Noack, and M. Blaut, 1997. Feeding resistant starch effects fecal and cecal microflora and short chain fatty acids in rats. *Journal of animal science*. 75:2453-2462.
- Larsen HN, Rasmussen OW, Rasmussen PH, Alstrup KK, Biswas SK, Tetens I, Thilsted SH & Her-mansen K. 2000. Glycemic index of parboiled rice depends on the severity of processing: study in type 2 diabetic subjects. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(5), 380—385.
- Li, S., Ward, R., Gao, Q. 2011. Effect of heat-moisture treatment on the formation and physicochemical properties of resistant starch from mung bean (*Phaseolus radiatus*) starch. *Food Hydrocolloids* 25: 1702-1709
- Luisa Pistelli., 2006. Phytochemicals from lamiaceae : FromNutraceutics to Hallucinogens. International Symposium The Labiate.Advances in Production, Biotechnology and Utilization. 22 – 25 February 2006. Saremo, Italy.
- Manley, D.J.R. 1983. *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. Ellies Harwood Limited. England.
- Marsono, Y. 1998. Perubahan Kadar Resistant Starch dan Komposisi Kimia Beberapa Bahan Pangan Kaya Karbohidrat Dalam Pengolahan. *J.Agritech* Vol. 19 No. 3 : 124-127.
- Marsono, Y., P. Wiyono, dan Z. Noor. 2002. Indeks glikemik kacang-kacangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 13(3): 13□20.

- Mathe Imre, 2008. Some Aspect of Chemical Diversity of Lamiaceae Species.
- Mercier, C. and P. Colonna. 1988. Starch and enzymes: Innovations in the products, process and uses. *Biofuture Chimic.* p. 55–60.
- Miller, J.B., E. Pang and L. Bramall. 1992. Rice: a high or low glycemic index food?. *Am. J. Clin. Nutr.* 56: 1034-1036
- Miller, J.B., E. Pang, and L. Bramall. 1992. Rice: a high or low glyceimic food. *Am. J. Clin. Nutr* 56: 1034–1036.
- Morita, T., S. Kasaoka, K. Hase dan S. Kiriyaama. 1999. *Psyllium Shifts the Fermentation Site of High-Amylose Cornstarch toward the Distal Colon and Increase Fecal Butyrate Concentration in Rats.* *J. Nutr.* 129:2081-2087.
- Muir, J.G., Z.X. Lu, G.P. Young, D.C. Smith, G.R. Collierr and K. O’Dea. 1995. *Resistant Starch in the Diet Increases Breath Hydrogen and Serum Acetate in Human Subjects.* *Am. J. Clin. Nutr.* 61 :792 –799.
- Nugraheni, M., Santoso, U., Suparmo, Wuryastuti, H., 2011. Potential of *Coleus tuberosus* as an antioxidant and cancer chemoprevention agent. *International Food Research Journal* 18(4): 1471-1480.
- Nugraheni, M., Santoso, U., Suparmo, Wuryastuti, H., 2011. *In vitro* antioxidant, antiproliferative and apoptosis effeC. tuberosus of *Coleus tuberosus* L. *African Journal of Food Science* Vol. 5(4), pp. 232 – 241.
- Ragnhild, A.L., N.L. Asp, M. Axelsen, and A. Raben. 2004. Glycemiindex relevance for health, dietary recommendations, and nutritional labeling. *Scandinavian J. Nutr.* 48(2): 84–94.
- Rimbawan dan A. Siagian. 2004. Indeks Glikemik Pangan. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sherwood, Lauralee, 2007. *Human Physiology* 7<sup>th</sup> edition, USA: Saunders El Sevier.

Lampiran 1.

### FOTO HEWAN BIOASSAY



**TEPUNG KENTANG HITAM  
OVEN+DINGIN**



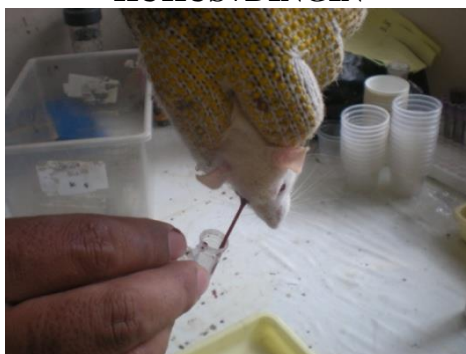
**TEPUNG KENTANG HITAM  
REBUS+DINGIN**



**TEPUNG KENTANG HITAM  
KUKUS+DINGIN**



**PEMELIHARAAN HEWAN COBA**



**PENGAMBILAN DARAH**



**LETAK CAECUM**



**CAECUM TIGA PERLAKUAN**

## **PEMBUATAN CRACKERS**

### **Uji coba I**



**CRACKERS FORMULA I**



**CRACKERS FORMULA II**



**CRACKERS FORMULA III**

## Uji coba II



**PEMBUATAN CRACKERS  
DENGAN TIGA WARNA**



**PEMBUATAN CRACKERS  
DENGAN TIGA WARNA**



**PEMBUATAN CRACKERS  
DENGAN TIGA WARNA**

## TAHAPAN PEMBUATAN CRACKERS

### Uji coba III



Semua tepung di campur



Bahan cair (air panas+molasses+shortening)



Penambahan pewarna *food grade*



Pengulian adonan



Penyimpanan dalam refrigerator



Penipisan adonan



**Crackers siap di oven pada suhu 150°C selama 20 menit, 130°C selama 10 menit**



**Crackers siap di uji penerimaan panelis**



## DOKUMENTASI PENELITIAN

|  |  |
|--|--|
|   |                              |
| <p>Alat analisis sampel darah relawan</p>  | <p>Alat pengambilan sampel darah relawan</p>   |
|  |  <p>cracker Tep. Terigu</p> |
| <p>Glucose anhydrous untuk larutan glukosa murni</p>                               | <p>Crackers tepung terigu 100%</p>   |



Crackers kentang hitam kaya RS tipe 3



Crackers kentang hitam kaya RS tipe 3



Kemasan untuk analisis indeks glikemik



Kemasan untuk analisis indeks glikemik



Penjelasan latar belakang dilaksanakannya penelitian, evaluasi indkes glikemik dan kemanfaatannya bagi penderita diabetes mellitus



Penjelasan teknis pengambilan sampel oleh tenaga medis dari RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta

|   |   |
|---|---|
|    |   |
| <p>Pengambilan sampel darah Relawan</p>   | <p>Peneraan dengan strip glukosa</p>  |
|   |                                        |
| <p>Pengambilan sampel darah pada menit ke-0, 30, 60, 90 dan 120 setelah minum larutan glukosa murni</p>                   | <p>Pengambilan sampel darah pada menit ke-0, 30, 60, 90 dan 120 setelah minum larutan glukosa murni</p>                   |
|                                        |                                       |
| <p>Pengambilan darah sampel pada menit ke-0, 30, 60, 90 dan 120 setelah mengkonsumsi crackers kentang hitam kaya RS 3</p> | <p>Pengambilan darah sampel pada menit ke-0, 30, 60, 90 dan 120 setelah mengkonsumsi crackers kentang hitam kaya RS 3</p> |





Pengambilan darah sampel pada menit ke-0, 30, 60, 90 dan 120 setelah konsumsi crackers 100% tepung terigu



Pengambilan darah sampel pada menit ke-0, 30, 60, 90 dan 120 setelah konsumsi crackers 100% tepung terigu

### Data seleksi panelis

| No. | Berat badan | Tinggi | IMT      | Darah sewaktu | Puasa | Relawan penelitian |
|-----|-------------|--------|----------|---------------|-------|--------------------|
| 1   | 48          | 156    | 19,72387 | 130           | 78    | Yanto              |
| 2   | 56          | 160    | 21,875   | 128           | 80    |                    |
| 3   | 70          | 160    | 27,34375 | 124           | 88    |                    |
| 4   | 62          | 158    | 24,83576 | 135           | 90    |                    |
| 5   | 50          | 159    | 19,7777  | 120           | 102   |                    |
| 6   | 52          | 158    | 20,83    | 110           | 86    | Maryono            |
| 7   | 55          | 160    | 21,48438 | 136           | 85    |                    |
| 8   | 55          | 150    | 24,44444 | 130           | 92    |                    |
| 9   | 58          | 148    | 26,47918 | 132           | 86    |                    |
| 10  | 60          | 158    | 24,03461 | 140           | 98    | Agus Haryanto      |
| 11  | 62          | 165    | 22,77319 | 132           | 102   |                    |
| 12  | 80          | 169    | 28,01022 | 129           | 105   |                    |
| 13  | 69          | 170    | 23,87543 | 130           | 79    | Agus               |
| 14  | 76          | 162    | 28,959   | 135           | 78    |                    |
| 15  | 70          | 175    | 22,85714 | 136           | 75    | Mita               |
| 16  | 55          | 158    | 22,03173 | 129           | 98    |                    |
| 17  | 56          | 155    | 23,30905 | 139           | 104   |                    |
| 18  | 51          | 159    | 20,17325 | 140           | 102   | Mujirah            |
| 19  | 53          | 150    | 23,55556 | 129           | 105   |                    |
| 20  | 49          | 167    | 17,56965 | 142           | 98    |                    |
| 21  | 58          | 162    | 22,10029 | 152           | 92    | Heni               |
| 22  | 55          | 160    | 21,48438 | 136           | 89    |                    |
| 23  | 50          | 160    | 19,53125 | 147           | 85    |                    |
| 24  | 49          | 159    | 19,38214 | 136           | 92    |                    |
| 25  | 48          | 163    | 18,06617 | 138           | 95    | Zunardi            |
| 26  | 50          | 159    | 19,7777  | 129           | 88    |                    |
| 27  | 52          | 162    | 19,81405 | 125           | 96    |                    |
| 28  | 60          | 161    | 23,14726 | 139           | 103   |                    |
| 29  | 58          | 165    | 21,30395 | 134           | 108   |                    |
| 30  | 52          | 156    | 21,36752 | 129           | 104   |                    |
| 31  | 54          | 157    | 21,90758 | 130           | 106   |                    |
| 32  | 55          | 155    | 22,89282 | 142           | 82    |                    |
| 33  | 55          | 162    | 20,95717 | 142           | 71    |                    |

|    |    |     |          |     |     |           |
|----|----|-----|----------|-----|-----|-----------|
| 34 | 60 | 168 | 21,2585  | 152 | 73  | Kholid    |
| 35 | 62 | 162 | 23,62445 | 151 | 82  |           |
| 36 | 62 | 160 | 24,21875 | 146 | 86  | Samsubini |
| 37 | 61 | 159 | 24,12879 | 148 | 65  |           |
| 38 | 63 | 165 | 23,1405  | 142 | 87  |           |
| 39 | 64 | 161 | 24,69041 | 165 | 86  |           |
| 40 | 64 | 165 | 23,50781 | 125 | 79  |           |
| 41 | 54 | 165 | 19,83471 | 135 | 82  |           |
| 42 | 53 | 160 | 20,70313 | 136 | 83  |           |
| 43 | 50 | 154 | 21,08281 | 140 | 92  |           |
| 44 | 50 | 159 | 19,7777  | 120 | 104 |           |
| 45 | 48 | 163 | 18,06617 | 138 | 108 |           |
| 46 | 52 | 160 | 20,3125  | 141 | 104 |           |
| 47 | 54 | 159 | 21,35991 | 130 | 101 |           |
| 48 | 60 | 162 | 22,86237 | 129 | 98  |           |
| 49 | 61 | 165 | 22,40588 | 152 | 93  |           |
| 50 | 55 | 160 | 21,48438 | 134 | 103 |           |

## DATA HASIL PENELITIAN

Kadar glukosa darah pada pengambilan menit ke-0, 30, 60, 90 dan 120

| Glukosa murni |       |       |       |       |       |       |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Relawan       | Menit |       |       |       |       |       |
|               | 0     | 30    | 60    | 90    | 120   | Luas  |
| 1             | 100   | 79    | 160   | 165   | 140   | 3720  |
| 2             | 71    | 164   | 168   | 94    | 112   | 7005  |
| 3             | 88    | 177   | 144   | 132   | 98    | 5820  |
| 4             | 58    | 147   | 164   | 137   | 103   | 8895  |
| 5             | 59    | 199   | 168   | 132   | 103   | 10320 |
| 6             | 68    | 152   | 151   | 110   | 108   | 6870  |
| 7             | 103   | 169   | 175   | 144   | 92    | 5205  |
| 8             | 92    | 182   | 188   | 148   | 71    | 6945  |
| 9             | 108   | 194   | 151   | 164   | 140   | 6030  |
| 10            | 106   | 164   | 179   | 136   | 129   | 5175  |
|               | 85,3  | 162,7 | 164,8 | 136,2 | 109,6 |       |

Crackers Kentang hitam

| 0    | 30     | 60    | 90    | 120   | Luas |
|------|--------|-------|-------|-------|------|
| 97   | 102    | 118   | 116   | 110   | 1545 |
| 95   | 100    | 160   | 125   | 98    | 3045 |
| 75   | 95     | 108   | 81    | 80    | 1845 |
| 89   | 100    | 117   | 129   | 106   | 2625 |
| 97   | 123    | 164   | 133   | 101   | 3930 |
| 91   | 128    | 117   | 125   | 116   | 3285 |
| 94   | 106    | 125   | 110   | 112   | 2040 |
| 68   | 94     | 110   | 90    | 92    | 3060 |
| 93   | 126    | 138   | 117   | 87    | 2970 |
| 98   | 123    | 129   | 117   | 100   | 2286 |
| 89,7 | 109,72 | 128,6 | 114,3 | 100,2 |      |

### Hitungan Indeks Glikemik Crackers Kentang Hitam

| Relawan | Area     |
|---------|----------|
| 1       | 41,53226 |
| 2       | 43,46895 |
| 3       | 31,70103 |
| 4       | 29,51096 |
| 5       | 38,0814  |
| 6       | 47,81659 |
| 7       | 39,19308 |
| 8       | 44,06048 |
| 9       | 49,25373 |
| 10      | 44,17391 |

Rimbawan & Siagiaan (2004) berdasarkan respon glikemiknya, pangan dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu pangan ber-IG rendah ( $IG < 55$ ), pangan ber IG sedang ( $IG 55-70$ ), dan pangan ber IG tinggi ( $IG > 70$ ).

Jadi indeks glikemik cracker dengan substirusi tepung kentang kaya RS tipe 3 adalah  $40,88 \pm 6,42$  termasuk dalam kategori rendah.



### Kadar glukosa darah pada pengambilan menit ke-0, 30, 60, 90 dan 120

Kadar Glukosa darah glukosa murni dan crackers tepung terigu

| Relawan | Glukosa murni |         |        |        |         | Luas  |
|---------|---------------|---------|--------|--------|---------|-------|
|         | Menit         |         |        |        |         |       |
|         | 0             | 30      | 60     | 90     | 120     |       |
| 1       | 100           | 79      | 160    | 165    | 140     | 3720  |
| 2       | 71            | 164     | 168    | 94     | 112     | 7005  |
| 3       | 88            | 177     | 144    | 132    | 98      | 5820  |
| 4       | 58            | 147     | 164    | 137    | 103     | 8895  |
| 5       | 59            | 199     | 168    | 132    | 103     | 10320 |
| 6       | 68            | 152     | 151    | 110    | 108     | 6870  |
| 7       | 103           | 169     | 175    | 144    | 92      | 5205  |
| 8       | 92            | 182     | 188    | 148    | 71      | 6945  |
| 9       | 108           | 194     | 151    | 164    | 140     | 6030  |
| 10      | 106           | 164     | 179    | 136    | 129     | 5175  |
|         | 79,875        | 158,625 | 164,75 | 132,75 | 103,375 |       |

Crackers terigu

|       | Luas    |         |        |         |      |
|-------|---------|---------|--------|---------|------|
|       | 0       | 30      | 60     | 90      | 120  |
| 107   | 145     | 153     | 121    | 108     | 2955 |
| 93    | 152     | 144     | 132    | 105     | 4653 |
| 90    | 134     | 153     | 120    | 126     | 4650 |
| 85    | 154     | 163     | 147    | 119     | 6780 |
| 80    | 141     | 169     | 152    | 122     | 7290 |
| 81    | 152     | 135     | 114    | 102     | 5070 |
| 101   | 139     | 163     | 130    | 130     | 4290 |
| 89    | 131     | 162     | 145    | 112     | 5475 |
| 77    | 126     | 148     | 117    | 87      | 4950 |
| 98    | 123     | 157     | 135    | 100     | 3675 |
| 90,75 | 143,475 | 155,275 | 132,65 | 115,475 |      |

#### Indeks glikemik crackers tepung terigu 100%

| Relawan          | Area            |
|------------------|-----------------|
| 1                | 79,43548        |
| 2                | 66,42398        |
| 3                | 79,89691        |
| 4                | 76,2226         |
| 5                | 70,63953        |
| 6                | 73,79913        |
| 7                | 82,42075        |
| 8                | 78,83369        |
| 9                | 82,08955        |
| 10               | 71,01449        |
| <b>Rata-rata</b> | <b>76,07761</b> |

Rimbawan & Siagiaan (2004) berdasarkan respon glikemiknya, pangan dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu pangan ber-IG rendah ( $IG < 55$ ), pangan ber IG sedang ( $IG 55-70$ ), dan pangan ber IG tinggi ( $IG > 70$ ).

Jadi indeks glikemik crackers berbasis 100% tepung terigu adalah  $76,08 \pm 5,36$  termasuk dalam kategori tinggi.

Biodata Peneliti dan Anggota

## DATA PRIBADI PENELITI

|                             |                               |   |
|-----------------------------|-------------------------------|---|
| 1.                          | Nama Lengkap (dengan gelar)   | Dr. Mutiara Nugraheni, S.TP., M.Si  |
| 2.                          | Jabatan Fungsional            | Lektor Kepala   |
| 3.                          | Jabatan structural            | -   |
| 4.                          | NIP                           | 19770131 200212 2 001   |
| 5.                          | NIDN                          | 0031017705  |
| 6.                          | Tempat dan Tanggal Lahir      | Bantul dan 31 Januari 1977  |
| 7.                          | Alamat Rumah                  | Wiyoro Lor No. 14 Baturateno Banguntapan Bantul 55197 Yogyakarta  |
| 8.                          | Nomor Telepon/HP              | (0274) 383 288 / 081578740391   |
| 9.                          | Alamat Kantor                 | Jurusan Pendidikan Teknik BOga dan Busana, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, Karangmalang Depok Sleman |
| 10.                         | Nomor Telepon                 | 0274  |
| 11.                         | Alamat email                  | <a href="mailto:mutiara_nugraheni@yahoo.com">mutiara_nugraheni@yahoo.com</a>  |
| 12.                         | Lulusan yang telah dihasilkan | S1=20 orang   |
| 13. Mata Kuliah Yang diampu |                               | 1. Ilmu Pangan  |
|                             |                               | 2. Teknologi Pengawetan makanan   |
|                             |                               | 3. Pengetahuan Bahan Pangan   |
|                             |                               | 4. Pengujian Mutu Pangan  |
|                             |                               | 5. Pengendalian Mutu Pangan   |
|                             |                               | 6. Manajemen Usaha Boga   |
|                             |                               | 7. Manajemen Katering   |
|                             |                               | 8. Pengembangan Bisnis Waralaba   |

## 1. RIWAYAT PENDIDIKAN

| a. Program                    | S1   | S2   | S3  |
|-------------------------------|--|--|---|
| Nama PT                       | UGM  | UGM  | UGM   |
| Bidang Ilmu                   | Teknologi Hasil Pertanian (Ilmu dan teknologi Pangan)  | Magister Manajemen Agribisnis  | Ilmu Pangan   |
| Tahun Masuk - lulus           | 1995- 1999   | 1999 - 2001  | 2008 - 2011   |
| Judul Skripsi/Tesis/Disertasi | Makanan tradisional kudapan bagi anak-anak dan ibu hamil di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta | Analisis Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi produksi di Koperasi Susu Warga Mulya Sleman Yogyakarta | Potensi Ekstrak Kentang Hitam ( <i>Coleus tuberosus</i> ) Sebagai antioksidan dan antiproliferasi sel kanker payudara (MCF-7) <i>in vitro</i> |
| Nama Pembimbing/Promotor      | Dr. Suparmo, M.Sc  | Prof. Dr. Ir. Irham, M.Sc  | Prof. Dr. Ir. Umar Santoso, M.Sc<br>Dr. Suparmo, M.Sc.<br>Prof. drh. Hastari Wuryastuti, M.Sc., Ph.D  |

## 2. PENGALAMAN PENELITIAN

| No. | Tahun | Judul Penelitian  | Pendanaan  |                  |
|-----|-------|---|------------|------------------|
|     |       |   | Sumber     | Jumlah (juta Rp) |
| 1.  | 2006  | Pengaruh Penggunaan Variasi Sumber Nitrogen pada Pemanfaatan Limbah Tahu Terhadap Karakteristik Nata de Soya Mentah dan Limbahnya | Dosen Muda | 9.4              |
| 2.  | 2007  | Potensi Kentang Hitam/Kentang Kleci ( <i>Solenostemon Rotundifolius</i> )   | DIK's UNY  | 6                |

|    |      |   |   |       |
|----|------|---|---|-------|
|    |      | sebagai Makanan Fungsional  |   |       |
| 3. | 2008 | Pengaruh kombinasi bahan baku dan lama fermentasi tahap II pada pemanfaatan limbah tahu terhadap karakteristik kecap ampas tahu                           | Dosen Muda                                | 9.8   |
| 4. | 2008 | Kajian Tempe Kacang Tolo sebagai Sumber Isoflavon yang berpotensi sebagai Makanan Fungsional  | Hibah Bersaing ANGGOTA                    | 45    |
| 5. | 2009 | Kajian Tempe Kacang Tolo sebagai Sumber Isoflavon yang berpotensi sebagai Makanan Fungsional  | Hibah Bersaing ANGGOTA                    | 40    |
| 6. | 2009 | Kajian kentang hitam ( <i>Coleus tuberosus</i> ) sebagai Sumber Antioksidan Aalami dan <i>Resistant starch</i> yang berpotensi sebagai Makanan Fungsional | Hibah Kompetitif Strategis Nasional KETUA | 93    |
| 7. | 2010 | Kajian kentang hitam ( <i>Coleus tuberosus</i> ) sebagai Sumber Antioksidan Aalami dan <i>Resistant starch</i> yang berpotensi sebagai Makanan Fungsional | Hibah Kompetitif Strategis Nasional KETUA | 88    |
| 8. | 2010 | Aktivitas antioksidan seluler dan antiproliferasi triterpenic acid dari kentang hitam ( <i>Coleus tuberosus</i> ) pada sel kanker payudara                | Hibah Disertasi Doktor KETUA              | 33.95 |
| 9. | 2013 | Resistant starch tipe 3 tepung Kentang hitam ( <i>Coleus tuberosus</i> ) sebagai makanan fungsional untuk manajemen penyakit degeneratif                  | Stranas Ketua                             | 75    |

### 3. PENGALAMAN PENGABDIAAN MASYARAKAT

| No. | Tahun | Judul Pengabdian Kepada | Pendanaan |
|-----|-------|-------------------------|-----------|
|-----|-------|-------------------------|-----------|

|    |      | Masyarakat  | Sumber                     | Jumlah (juta Rp) |
|----|------|---|----------------------------|------------------|
| 1. | 2006 | Pelatihan penanganan dan pengolahan ikan di desa Pucung kecamatan Sadeng Gunung Kidul   | Sibermas (DIKTI)           | 10               |
| 2. | 2007 | Peningkatan Kapasitas dan Kualitas Produksi Cabai Merah Kering dengan Alat Pengereng Sederhana di Industri Pangan Rumah Tangga (IPRT) Satrio Buwono Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul | Vucer (DIKTI)              | 15               |
| 3. | 2007 | Teknologi pengawetan cabai merah sebagai upaya meningkatkan kesejahteraan petani di kecamatan galur, kabupaten kulon progo yogyakarta   | PPM Reguler UNY            | 7.5              |
| 4. | 2007 | Teknologi pengawetan bawang merah dengan penuntasan minyak sistem sentrifugasi Sebagai alternatif penanganan pasca panen Di kecamatan galur, kabupaten kulon progo, yogyakarta        | PPM Reguler UNY            | 7.5              |
| 5. | 2008 | Pemanfaatan ampas tahu menjadi kecap sebagai upaya pengembangan usaha kecil dan menengah  | PPM Reguler UNY            | 7.5              |
| 6. | 2009 | Teknologi Pengawetan Buah Melon Sebagai Upaya Peningkatan Nilai Guna dan Nilai Ekonomi Bagi Petani Melon  | PPM Reguler UNY (DIPA UNY) | 7.5              |
| 7. | 2010 | Ibm KSM Mekar Sari untuk Diversifikasi Produk Umbi Ganyong sebagai Upaya Peningkatan Ketahanan Pangan Berbasis Umbi umbian Lokal di Kabupaten Kulon Progo, DIY                        | Ibm (DP2M)                 | 35               |
| 8. | 2010 | Penguatan usaha dan perluasan pemasaran peyek Imogiri Bantul Yogyakarta   | Ibm (DP2M)                 | 35               |
| 9. | 2010 | Memberikan ceramah dengan judul: Perkembangan makanan dan   | POTM SDIT Salsabila        |                  |

|     |      |  |                                  |    |
|-----|------|--|----------------------------------|----|
|     |      | fungsinya  | Al-Muthi'in                      |    |
| 10. | 2011 | Teknologi Pengolahan Tepung Sukun sebagai Upaya Pemberdayaan Wanita Pedesaan untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan | PPM Unggulan UNY (DIPA UNY)      | 15 |
| 11. | 2011 | Memberikan ceramah dengan judul: Makanan halal dan thoyib  | POTM SDIT Salsabila Al- Muthi'in |    |

#### 4. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

| No. | Tahun | Judul Artikel Ilmiah   | Volume/Nomor               | Nama Jurnal  |
|-----|-------|--|----------------------------|--|
| 1.  | 2005  | Potensi fungsional bubuk buah kesemek ( <i>Dyospirus kaki</i> )  |                            | JPTK Universitas Negeri Malang (Terakreditasi)     |
| 2.  | 2005  | Aktivitas antioksidan bubuk buah kesemek ( <i>Dyospirus kaki</i> )   |                            | Saintek UNY  |
| 3.  | 2005  | Susu Kedelai, alternatif pemasok protein   |                            | Wuny UNY   |
| 4.  | 2006  | Diversifikasi pengolahan cabai merah sebagai usaha penanganan melimpahnya produksi cabai merah   |                            | INOTEKS UNY  |
| 5.  | 2006  | Pembuatan nugget dan kerupuk ikan pada masyarakat sekitar pantai Pandansimo  |                            | INOTEKS UNY  |
| 6.  | 2008  | Pengaruh ekstrak kecambah kacang hijau sebagai sumber nitrogen pada pemanfaatan limbah tahu terhadap karakteristik nata de soya mentah dan limbahnya |                            | Tekna Universitas Negeri Malang (TerakrediasI)     |
| 7.  | 2009  | Kajian tempe kacang tolo sebagai sumber isoflavon  |                            | Saintek UNY  |
| 8.  | 2011  | Potential of <i>Coleus tuberosus</i> as an antioxidant and cancer chemoprevention agent  | Volume 18<br>Issue 4, 2011 | <i>Internatioan Food Research Journal (IFRJ)</i> , |

|     |      |   |                         |  |
|-----|------|---|-------------------------|--|
| 9.  | 2013 | Potensi kentang hitam sebagai antiproliferasi dan pereduksi oksidatif stress pada sel kanker payudara MCF-7 | Volume No 2, tahun 2013 | Jurnal Teknologi dan Industri Pangan (terakreditasi) |
| 10. | 2013 | Potential Dyospirus kaki baverage as sources of natural antioxidant   | Volume 12 No 7, 2013    | Pakistan journal of food science,                    |
| 11. | 2014 | Effect of <i>Coleus tuberosus</i> consumption on Lipoprotein profile on Alloxan-Induced Diabetic Rats       | Volume 6, No 2, 2014    | Advance journal of food science and technology       |

5. Penyampaian Makalah secara Oral pada pertemuan/seminar ilmiah dalam 5 tahun terakhir

| No. | Nama Pertemuan Ilmiah/<br>Seminar   | Judul Artikel Ilmiah  | Waktu dan tempat                    |
|-----|---|---|-------------------------------------|
| 1.  | Seminar nasional Mindset Revolution: mengubah pola pikir untuk bekerja sama dengan lingkungan |   | 6 Februari 2010                     |
| 2.  | Seminar nasional Mindset Revolution: mengubah pola pikir untuk bekerja sama dengan lingkungan |   | 6 Februari 2010                     |
| 3.  | International seminar Emerging issues and technology developments in foods and ingredients    | Triterpenic Acid Content And Antioxidant Activity Of Ethanolic Extract Of <i>Coleus Tuberosus</i> | September ,29-30 <sup>th</sup> 2010 |
| 4.  | Seminar nasional Character Building for Vocational Education                                  | Potensi kentang hitam pada pencegahan penyakit akibat stres oksidatif                             | 5 desember 2010                     |
| 5.  | Seminar Nasional wonderful Indonesia  | Potensi kulit buah dan sayuran sebagai sumber senyawa bioaktif pencegah penyakit degenerative     | 3 Desember 2011                     |
| 6.  | Seminar Nasional wonderful Indonesia  | Potensi Makanan fermentasi sebagai makanan fungsional   | 3 Desember 2011                     |



6. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 tahun terakhir

| No. | Judul Buku   | Tahun                             | Jumlah halaman | Penerbit                                  |
|-----|--|-----------------------------------|----------------|---|
| 1.  | Eco-efisiensi pada Katering                                    | 2010                              | 110            | GTZ dan Badan Lingkungan Hidup Yogyakarta |
| 2.  | Pengetahuan Bahan Pangan Hewani                                | 2013                              | 240            | Graha Ilmu                                |
| 3   | Pewarna Alami: Sumber dan aplikasinya pada Makanan & Kesehatan | Telah disetujui untuk diterbitkan | 195            | Graha Ilmu                                |

7. Pengalaman perolehan HKI dalam 5-10 tahun terakhir

| No. | Judul/Tema HKI  | Tahun | Jenis           | Nomor P/ID                   |
|-----|---|-------|-----------------|------------------------------|
| 1.  | Pendaftaran Paten dengan judul: Metode ekstraksi kentang hitam ( <i>Coleus tuberosus</i> ) dan penggunaannya sebagai pereduksi stres oksidatif. (Dipilih Dikti pada acara pemanfaatan hasil penelitian untuk paten di Semarang) | 2011  | Paten Sederhana | No pendaftaran: P00201100718 |

8. Penghargaan yang pernah diraih dalam 10 tahun terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi yang lain)

| No. | Jenis Penghargaan  | Institusi Pemberi Penghargaan  | Tahun               |
|-----|--|--|---------------------|
| 1.  | Presenter terbaik pada seminar hasil program penerapan Ipteks kepada Masyarakat dan Industri Rumah Tangga di Perguruan Tinggi Tahun 2007 | Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi , Departemen Pendidikan Nasional | 22 s.d. 24 Mei 2008 |
| 2.  | Dosen berprestasi I tingkat Fakultas   | Fakultas Teknik UNY  | 2012                |
| 3.  | Dosen berprestasi I tingkat Universitas  | Universitas Negeri Yogyakarta  | 2012                |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resiko.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan penelitian Strategis Nasional

Yogyakarta, Oktober 2015  
Pengusul,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Mutiara' followed by a stylized flourish.

Dr. Mutiara Nugraheni, S.TP., M.Si.

## IDENTITAS DIRI

|     |                               |                                    |
|-----|-------------------------------|------------------------------------|
| 1.  | Nama Lengkap (dengan gelar)   | Dr. Siti Hamidah. M.Pd             |
| 2.  | Jabatan Fungsional            | Lektor kepala                      |
| 3.  | Jabatan structural            | -                                  |
| 4.  | NIP                           | 19532008 197903 2 001              |
| 5.  | NIDN                          | 0020085302                         |
| 6.  | Tempat dan Tanggal Lahir      | Yogyakarta, 30 Agustus 1953        |
| 7.  | Alamat Rumah                  | Jl. Kemasan 66 Kotagede Yogyakarta |
| 8.  | Nomor Telepon/HP              | (0274) 4437435                     |
| 9.  | Alamat Kantor                 | Karangmalang Depok Sleman          |
| 10. | Nomor Telepon                 |                                    |
| 11. | Alamat email                  |                                    |
| 12. | Lulusan yang telah dihasilkan | 50 mahasiswa                       |
| 13. | Mata Kuliah Yang diampu       | 1. Patiseri dasar                  |
|     |                               | 2. Patiseri lanjut                 |
|     |                               | 3. Ilmu gizi                       |

### 1. RIWAYAT PENDIDIKAN

| Program                       | S1                                | S2   | S3   |
|-------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| Nama PT                       | IKIP Yogyakarta                   | UNY  | UNY  |
| Bidang Ilmu                   | Pendidikan dan Teknologi Kejuruan | Pendidikan dan Teknologi Kejuruan          | Pendidikan dan Teknologi Kejuruan  |
| Tahun Masuk - lulus           | 1977                              | 2004                                       | 2011   |
| Judul Skripsi/Tesis/Disertasi |                                   | Profil Kompetensi Lulusan D3 Tata Boga UNY | <i>Pengembangan Model Pembelajaran soft skills terintegrasi siswa SMK program studi keahlian Tata Boga Kompetensi Keahlian Jasa Boga</i> |
| Nama Pembimbing/Promotor      |                                   |  |  |

## 2. PENGALAMAN PENELITIAN

| No. | Tahun | Judul Penelitian  | Pendanaan              |                  |
|-----|-------|---|------------------------|------------------|
|     |       |   | Sumber                 | Jumlah (juta Rp) |
| 1   | 2004  | Profil Kompetensi lulusan D III Tata Boga UNY   | BPPS DIKTI             | 7                |
| 2   | 2006  | Pembudayaan manajemen mutu dan layanan pada warung lesehan Malioboro                      | Bapeda Kota Yogyakarta | 10               |
| 3   | 2006  | Pendapat tentang kompetensi kerja sebagai manajer   | PHK A 3 PKK FT UNY     | 40               |
| 4   | 2008  | Identifikasi Kebutuhan kompetensi guru profesional bidang Boga dan Busana masa depan      | DIPA - UNY             | 10               |
| 5   | 2011  | Implementasi pembelajaran <i>soft skills</i> terintegrasi pada mata kuliah patiseri       | DIPA- UNY              | 10               |
| 6   | 2011  | Pengembangan model pembelajaran soft skills terintegrasi siswa SMK Jasa Boga              | Hibah Doktor           | 45               |
| 7   | 2012  | Profil <i>Soft Skills</i> mahasiswa PTB UNY   | DIPA - UNY             | 10               |
| 8   | 2012  | Pengembangan media Pembelajaran Multi Media Patiseri                                      | DIPA- UNY              | 10               |
| 9   | 2012  | Pembelajaran Soft skills terintegrasi untuk peningkatan karakter profesional pekerja boga | Puslit UNY             | 10               |

## 2. PENGALAMAN PENGABDIAN MASYARAKAT

| No. | Tahun | Judul Pengabdian Kepada Masyarakat                     | Pendanaan |                  |
|-----|-------|--|-----------|------------------|
|     |       |  | Sumber    | Jumlah (juta Rp) |
| 1.  | 2006  | Pelatihan meningkatkan mutu tahu                       | Sibermas  | 15               |
| 2.  | 2006  | Pelatihan metode pembelajaran kreatif produktif dengan | DIKS      | 8                |

|    |      |  |       |    |
|----|------|--|-------|----|
|    |      | pemanfaatan bahan pangan lokal                       |       |    |
| 3. | 2007 | Pelatihan difersifikasi produk tahu di dusun sentolo | DIKS  | 8  |
| 4. | 2007 | Pelatihan peningkatan mutu tahu                      | DIKTI | 10 |
| 5. | 2012 | Peningkatan produksi dan diversifikasi produk tahu   | UNY   | 10 |

### 3. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

| No. | Tahun | Judul Artikel Ilmiah   | Vol./Nomor | Nama Jurnal |
|-----|-------|--|------------|-------------|
|     | 2012  | Model Hipotetik Pembelajaran <i>Soft Skills</i> Terintegrasi Pada Siswa Smk Program Studi Keahlian Tata Boga Kompetensi Keahlian Jasa Boga |            | Jurnal PTK  |

### 4. Penyampaian Makalah secara Oral pada pertemuan/seminar ilmiah dalam 5 tahun terakhir

| No. | Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar              | Judul Artikel Ilmiah  | Waktu dan tempat |
|-----|---|---|------------------|
| 1   | Makalah nasional                            | Pembelajaran <i>soft skill</i> dengan metode simulasi (Prosiding Seminar PHK A 3 PKK UNY tahun 2008)  | Agustus 2008     |
| 2   | Makalah Nasional                            | Upaya pengembangan potensi mahasiswa boga dengan pembelajaran berbasis kreatifitas  | Februari 2010    |
| 3   | Makalah Nasional                            | Pendidikan Karakter melalui pembelajaran berbasis produk dan jasa yang accountable bagi siswa SMK Boga  | Desember 2010    |
| 4   | Makalah Nasional                            | Dasar-dasar pembelajaran <i>soft skills</i> terintegrasi.   | Desember 2011    |
| 5   | Makalah Nasional                            | Profesionalitas guru dan pembelajaran <i>soft skills</i>  | Desember 2011    |
| 6   | Makalah Nasional                            | Pembelajaran <i>soft skills</i> terintegrasi dan pembentukan karakter pekerja profesional bidang boga   | Februari 2012    |
| 7   | Makalah International APTEKONDO UNM MAKASAR | Implementation of an Integrated Soft Skills Learning Model for Vocational High School Students of Study Program of Competency Skills for Catering Services. | May 2012         |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikoanya.  
Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Strategis Nasional

Yogyakarta, Oktober 2015  
Pengusul,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Siti Hamidah', written in a cursive style.

Dr. Siti Hamidah

#### A. Identitas Diri

|    |                               |  |
|----|-------------------------------|--|
| 1  | Nama Lengkap                  | Dra. Rizqie Auliana, M.Kes   |
| 2  | Jenis Kelamin                 | Perempuan  |
| 3  | Jabatan Fungsional            | Lektor   |
| 4  | NIP/NIK/Identitas lainnya     | 19670805 199303 2 001  |
| 5  | NIDN                          | 0005086704   |
| 6  | Tempat dan Tanggal Lahir      | Pekalongan/5 Agustus 1967  |
| 7  | E-mail                        | <a href="mailto:rizqieauliana@yahoo.co.id">rizqieauliana@yahoo.co.id</a> |
| 8  | Nomor Telepon /HP             | 08157913377  |
| 9  | Alamat Kantor                 | Jurusan PTBB FT UNY  |
| 10 | Nomor Telepon/Faks            | 0274 565581  |
| 11 | Lulusan yang Telah Dihasilkan | S1= 30 orang, S2= orang, S3= orang                                       |
| 12 | Mata Kuliah yang Diampu       | Ilmu Gizi  |
|    |                               | Patiseri (Pengolahan Kue dan Roti)                                       |
|    |                               | Praktek Diet   |
|    |                               | Dasar Komunikasi   |
|    |                               | Proyek Akhir   |
|    |                               | Pengolahan Bakery  |

#### B. Riwayat Pendidikan

|                               | S1  | S2  | S3 |
|-------------------------------|---|---|----|
| Nama Perguruan Tinggi         | IKIP Negeri Yogyakarta  | UGM   |    |
| Bidang Ilmu                   | Pendidikan Teknik Boga  | Kesehatan Masyarakat  |    |
| Tahun Masuk-Lulus             | 1985-1991   | 1996-1999   |    |
| Judul Skripsi/Tesis/Disertasi | Hubungan antara prestasi belajar dengan minat berwirausaha bidang boga pada siswa SMK di Yogyakarta | Pelatihan Sadar Makan Ikan Untuk Meningkatkan Pola Konsumsi Hasil Perikanan |    |
| Nama Pembimbing/Promotor      | Dra. Siti Hamidah dan   | Dr.Dradjat Boediman,  |    |

|  |               |   |  |
|--|---------------|---|--|
|  | Dra Soediasih | M.Sc,<br>D.Med.SC,<br>DSAK dan dr.<br>Titi Savitri,<br>MA |  |
|--|---------------|---|--|

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

| No | Tahun | Judul Penelitian  | Pendanaan |                     |
|----|-------|---|-----------|---------------------|
|    |       |   | Sumber *) | Jumlah<br>(Juta Rp) |
| 1  | 2007  | Pengembangan Model Apprenticeship Melalui Kegiatan Praktek Industri Bagi Mahasiswa Pendidikan Teknik Boga Dalam Upaya Menyiapkan Guru kolah Kejuruan Yang Profesional   | DIKTI     | 45.000.000          |
| 2  | 2008  | Pengembangan Model Apprenticeship Melalui Kegiatan Praktek Industri Bagi Mahasiswa Pendidikan Teknik Boga Dalam Upaya Menyiapkan Guru Sekolah Kejuruan Yang Profesional | DIKTI     | 45.000.000          |
| 3  | 2009  | Penerapan Pedoman Umum Gizi Seimbang dalam Pemeliharaan Kesehatan Jantung Pada Ibu Peserta dan Bukan Peserta Klub Jantung Sehat di Kalurahan Pleret Bantul Yogyakarta   | Mandiri   | 5.000.000           |
| 4  | 2009  | Strategi Pemberdayaan Perempuan Melalui Pelatihan Ketrampilan Wirausaha Aneka Olahan Salak Di Desa Umbulomartani Ngemplak Sleman (Action Research)                      | DIPA UNY  | 9.000.000           |
| 5  | 2012  | Pemanfaatan Bekatul Dalam Pembuatan Tempe Yang Berpotensi Sebagai Makanan Fungsional Tinggi Serat   | DIPA UNY  | 5.000.000           |
| 6  | 2012  | Implementasi Pengembangan Produk Kue dan Roti Unggulan Berbasis Pangan Lokal Untuk Meningkatkan Kompetensi  | DIPA UNY  | 9.000.000           |



|   |      |   |          |           |
|---|------|---|----------|-----------|
|   |      | Produksi dan Wirausaha Mahasiswa Prodi Teknik Boga.                   |          |           |
| 7 | 2013 | Pemanfaatan Bekatul Dalam Pembelajaran Patiseri Diet Berbasis Masalah | DIPA UNY | 5.000.000 |

**D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Tahun | Judul Pengabdian Kepada Masyarakat  | Pendanaan                         |                  |
|----|-------|---|-----------------------------------|------------------|
|    |       |   | Sumber *)                         | Jumlah (Juta Rp) |
| 1  | 2009  | Pelatihan pengelolaan Olahan salak Di Desa Umbulmartani Ngemplak Sleman Yogyakarta  | Pemberdayaan Perempuan PLS-Diknas | 20.000.000       |
| 2  | 2009  | Pelatihan Pengolahan Bekatul Sebagai Makanan Fungsional Dalam pembuatan Aneka Makanan Di Kelurahan Wedomartani Ngemplak Sleman Yogyakarta | PPM Reguler DIPA UNY              | 7.500.000        |
| 3  | 2010  | IbM kelompok pengrajin peyek kacang pasca gempa dalam penguatan usaha dan perluasan pemasaran di Desa Sriharjo Imogiri Bantul             | DIKTI                             | 39.000.000       |
| 4  | 2010  | IbM pada Pengusaha Makanan Jajanan Di Turi Sleman Yogyakarta  | DIKTI                             | 39.000.000       |
| 5  | 2010  | Pengolahan Makanan Jajanan Berbasis Tepung Ubi Jalar dan Tepung Singkong  | PPM Prioritas Fakultas DIPA UNY   | 5.000.000        |
| 6  | 2011  | Perintisan Usaha Aneka Makanan Ringan Berbahan Dasar Pangan Lokal Sebagai Bentuk <i>Recovery</i> Pasca Erupsi Merapi Di Desa Argomulyo    | PPM Unggulan DIPA UNY             | 12.000.000       |
| 7  | 2011  | Pelatihan Pengolahan Makanan Sehat untuk Rehabilitasi Gizi Pasca Erupsi Merapi Melalui Program Kadarzi                                    | PPM Reguler DIPA UNY              | 7.500.000        |
| 8  | 2012  | Perintisan Usaha Makanan Ringan   | PPM Reguler                       | 10.000.000       |

|    |      |   |                       |            |
|----|------|---|-----------------------|------------|
|    |      | Berbahan Dasar Pangan Lokal Sekitar Sebagai Wujud Pemberdayaan Masyarakat Desa Wedomartani  | DIPA UNY              |            |
| 9  | 2012 | Pengembangan Olahan Tahu dan Limbahnya Berbasis Teknologi Pengawetan Menuju Diversifikasi Produksi Pasca Erupsi Merapi Di Dusun Ngasem Sindumartani Ngemplak Sleman | PPM Unggulan DIPA UNY | 17.500.000 |
| 10 | 2012 | IbM Assosiasi Petani dan Pedagang Salak Indomerapi (APPSI) Sebagai bentuk Recovery Pasca erupsi di Kecamatan Turi Sleman  | DIKTI                 | 48.000.000 |
| 11 | 2013 | IbM Pada kelompok “Mina Banyu Bening” Desa Wisata Pendidikan Budidaya Ikan Menuju Diversifikasi Usaha Pasca Erupsi Merapi   | DIKTI                 | 45.000.000 |
| 12 | 2013 | IbM Pada kelompok Usaha Pengolahan Mete Untuk Penguatan Usaha dan Perluasan Pasar   | DIKTI                 | 40.000.000 |

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

| No | Judul Artikel Ilmiah  | Nama Jurnal                      | Volume/<br>Nomor/Tahun |
|----|---|----------------------------------|------------------------|
| 1  | Pengelolaan Makanan Pasca Panen Dari Buah Salak Untuk Menunjang Pengembangan Agrowisata   | Inotek UNY                       | 2007                   |
| 2  | Sosialisasi UU ”PKDRT” Melalui Focus Group Discussion Untuk Meningkatkan Pemahaman dan Mengetahui Pendapat Tentang KDRT Pada Wanita Di Kodya Yogyakarta               | Jurnal Humaniora UNY             | 2008                   |
| 3  | Penerapan Pedoman Umum Gizi Seimbang dalam Pemeliharaan Kesehatan Jantung Pada Ibu Peserta dan Bukan Peserta Klub Jantung Sehat di Kalurahan Pleret Bantul Yogyakarta | Berita Kedokteran Masyarakat UGM | 2008                   |
| 4  | Pelatihan Pengolahan Bekatul Sebagai  | Inotek UNY                       | 2010                   |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | Makanan Fungsional Dalam pembuatan Aneka Makanan Di Kelurahan Wedomartani Ngemplak Sleman Yogyakarta |  |  |
|--|--|--|--|

**F. Pemakalah Seminar ilmiah (*oral presentation*) Dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Judul Artikel Ilmiah   | Nama Jurnal           | Volume/<br>Nomor/Tahun         |
|----|--|-----------------------|--------------------------------|
| 1  | Pemanfaatan Bekatul Dalam Pembuatan Cookies Untuk Meningkatkan Ketrampilan Ibu Rumah Tangga    | Prosiding Semnas PTBB | Volume 5, ISSN 1907-8366, 2010 |
| 2  | Pemberdayaan Anak Asuh Melalui Ketrampilan Wirausaha Bidang Boga Sebagai Bekal Kecakapan Hidup | Prosiding Semnas PTBB | Volume 5, ISSN 1907-8366, 2010 |
| 3  | Pangan Lokal Sebagai Bagian “Wonderful Indonesia” Dalam Mengatasi Permasalahan Gizi            | Prosiding Semnas PTBB | Volume 6, ISSN 1907-8366, 2011 |

**G. Karya Buku Dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Judul Buku | Tahun | Jumlah Halaman | Penerbit |
|----|------------|-------|----------------|----------|
|    |            |       |                |          |
|    |            |       |                |          |

**H. Perolehan HKI 5-10 Tahun Terakhir**

| No | Judul/Tema HKI | Tahun | Jenis | Nomor P/ID |
|----|----------------|-------|-------|------------|
|    |                |       |       |            |
|    |                |       |       |            |

**I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Judul/tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan | Tahun | Tempat Penerapan | Respon Masyarakat |
|----|--|-------|------------------|-------------------|
|    |  |       |                  |                   |

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)


| No | Jenis Penghargaan                  | Tanggal      | No          |
|----|------------------------------------|--------------|-------------|
| 1  | Satya Lancana Karya Satya 10 Tahun | 2 April 2005 | 2731/4/2005 |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Stranas.

Yogyakarta, Oktober 2014

Pengusul,



( Rizqie Auliana, M.Kes )

Lampiran 2. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas

| No. | Nama                                     | Institusi asal | Bidang Ilmu                              | Alokasi waktu (jam/minggu) | Uraian tugas                                      |
|-----|--|----------------|--|----------------------------|---|
| 1.  | Dr. Mutiara Nugraheni/<br>0031017705     | UNY            | Analisis Pengolahan Pangan (Ilmu Pangan) | 10 jam/ Minggu             | Uji in vivo diabetes dan hiperkolesterolemia      |
| 2.  | Dr. Siti Hamidah/<br>NIDN 0020085302     | UNY            | Pengolahan produk roti (Patiseri)        | 6 jam/minggu               | Pembuatan bahan baku dan crackers                 |
| 2.  | Rizqie Auliana,<br>M.Kes/NIDN 0005086704 | UNY            | Pengembangan produk patiseri             | 6 jam/ minggu              | Interpretasi data serta penyiapan diet hewan coba |

#### Lampiran 4. Surat Pernyataan Ketua Peneliti dan Anggota



### SURAT PERNYATAAN KETUA PENELITIAN/PELAKSANA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Mutiara Nugraheni, S.TP., M.Si.  
NIP/NIDN : 19770131 200212 2 001 / 0031017705  
Pangkat /Golongan : Pembina / IVa  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

Dengan ini menyatakan bahwa proposal saya dengan judul ***Resistant starch tipe 3 Tepung kentang hitam (Coleus tuberosus)*** sebagai makanan fungsional untuk me-manajemen penyakit degenerative yang diusulkan dalam skema Penelitian strategis nasional untuk tahun anggaran 2014 bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/ sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas Negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 5 Desember 2013

Yang menyatakan,



Dr. Mutiara Nugraheni, S.TP., M.Si

Mengetahui,  
Ketua Lembaga Penelitian,



Prof. Dr. Anik Gufron